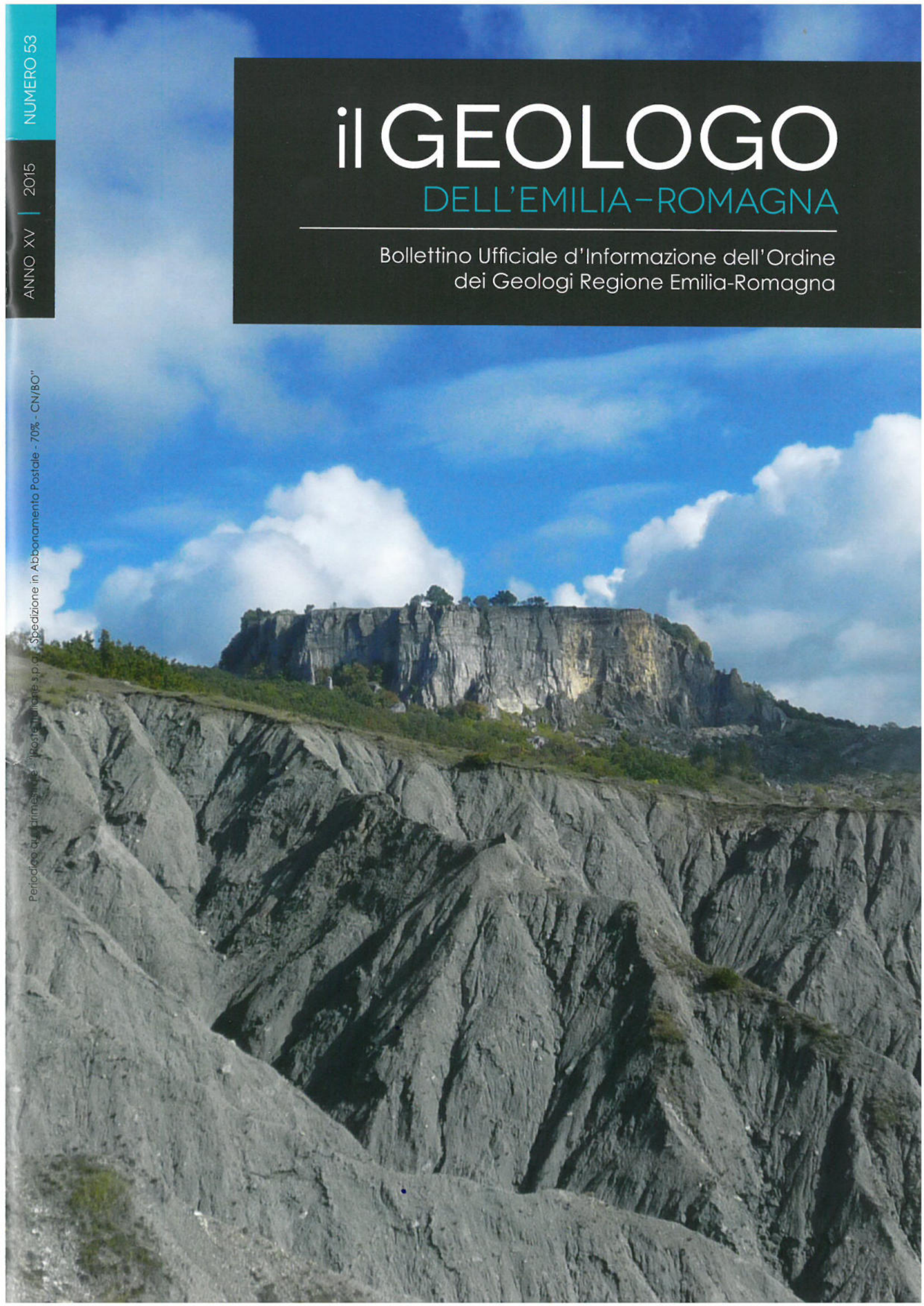


# il GEOLOGO

## DELL'EMILIA-ROMAGNA

Bollettino Ufficiale d'Informazione dell'Ordine  
dei Geologi Regione Emilia-Romagna



# il GEOLOGO

## DELL'EMILIA-ROMAGNA

Bollettino Ufficiale d'Informazione dell'Ordine  
dei Geologi Regione Emilia-Romagna

### BOLLETTINO UFFICIALE D'INFORMAZIONE DELL'ORDINE DEI GEOLOGI REGIONE EMILIA-ROMAGNA

ANNO XV/2015 - N.53

#### PERIODICO QUADRIMESTRALE

"Poste Italiane s.p.a. - Spedizione in  
Abbonamento Postale - 70% - CN/BO"

#### DIRETTORE RESPONSABILE

Maurizio Zaghini

#### COMITATO DI REDAZIONE

Rodolfo Baroncini,  
Gianluca Benedetti, Nicola Caroli,  
Antonio Di Lauro, Emanuele Emani,  
Francesca Rispoli,  
Fabrizio Vannelli, Alessandro Zanna

#### SEGRETERIA DI REDAZIONE

Annalisa Parisi

#### DIREZIONE E REDAZIONE CENTRALE

Via Guerrazzi, 6 - 40125 Bologna  
Tel.: 051 2750142 - Fax: 051 6561872  
E-mail: [info@geologiemiariomagna.it](mailto:info@geologiemiariomagna.it)  
Sito Web: [www.geologiemiariomagna.it](http://www.geologiemiariomagna.it)

#### CONCESSIONARIA PER LA PUBBLICITÀ

Industrie Grafiche Labanti e Nanni s.r.l.  
Via G. Di Vittorio 3 - 40056  
Crespellano (Bologna)  
[geologo@labantienanni.it](mailto:geologo@labantienanni.it)

#### LAYOUT GRAFICO

Comunicattive srl  
Via Sant'Isaia 24 - 40123 Bologna  
[www.comunicattive.it](http://www.comunicattive.it)

#### IMPAGINAZIONE E STAMPA

Labanti e Nanni Industrie Grafiche srl  
Via G. Di Vittorio 3  
40053 Valsamoggia - Loc. Crespellano (BO)  
Tel. 051/969262 - Fax 051/969155

#### COMITATO SCIENTIFICO

Matteo Berti, Lisa Borgatti, Silvia Castellaro,  
Alessandro Chelli, Monica Ghirrotti, Marco  
Marcaccio, Marco Pizzolo, Anna Ponticelli,  
Sergio Storoni Ridolfi

## SOMMARIO

Lettera del Presidente	pag. 3
Opinione del Direttore	pag. 5
RICORDI	pag. 6

## ARTICOLI

Il rischio da mareggiata in Emilia-Romagna: l'evento del 5-6 Febbraio 2015	pag. 8
Progetto "Gessi e Solfi della Romagna Orientale"	pag. 18
V <sub>s</sub> e Potenziale di liquefazione	pag. 24

## ANEDDOTI

Ma la strada sta per caso muovendo-SI...?	pag. 32
---	---------

## ATTIVITÀ DI CONSIGLIO

Elenco delibere del Consiglio dell'OGER	pag. 34
---	---------

## CORRISPONDENZA

## RASSEGNA STAMPA

**IN COPERTINA:** "La placca calcarenitica di Sasso Simone, al confine  
tra le province di Rimini, Pesaro e Arezzo, vista dai ventagli calan-  
chivi di Case Barboni" - Foto di Cristiano Guerra, settembre 2014

L'Ordine declina ogni responsabilità in merito ai contenuti  
dell'insero redazionale che è a cura della Ditta scrivente.

Si invitano gli iscritti a comunicare il proprio indirizzo  
e-mail per rendere più efficiente e rapido il servizio  
di comunicazione delle informazioni dell'Ordine.

La Redazione invita i colleghi Geologi  
a partecipare attivamente alla vita del periodico,  
con articoli di interesse generale.  
Il materiale va spedito alla sede dell'Ordine  
Regionale in via Guerrazzi, 6 - 40125 Bologna

È espressamente vietata la riproduzione di testi e foto  
al sensi e per gli effetti dell'Art. 65 della legge n. 633 22/04/1941

# Lettera del Presidente

di Gabriele Cesari

Ordine dei Geologi dell'Emilia-Romagna

---

Care colleghi e cari colleghi mentre questo numero della rivista va in stampa il Consiglio Nazionale uscente si prepara a passare il testimone ai nuovi Consiglieri che sono risultati più votati nelle recenti elezioni. Al Presidente Gian Vito Graziano, al nostro iscritto Paride Antolini ed a tutti i Consiglieri uscenti esprimo a nome di tutto il Consiglio il ringraziamento per l'opera di questi 5 anni: attraverso il loro impegno la categoria dei geologi ha acquisito maggiore visibilità e riconoscimento soprattutto a livello di stampa ed opinione pubblica ed ha posto importanti presupposti per ottenere uno spazio più adeguato nell'ambito delle professioni tecniche, con particolare riferimento al tema del dissesto idrogeologico e della prevenzione dei rischi naturali. Certo i problemi e le sfide per la categoria sono ancora numerosi e complessi, a partire dalla concezione stessa del ruolo dei professionisti nell'ambito di una moderna organizzazione della pubblica Amministrazione. Per questo motivo al futuro presidente ed ai nuovi Consiglieri (tra i quali il nostro iscritto Gabriele Ponzoni) va il nostro augurio di un lavoro proficuo a vantaggio dei Geologi e della Geologia e contestualmente - non è superfluo evidenziarlo - per la costruzione del Bene Comune attraverso una maggiore sicurezza del territorio e dell'ambiente.

Nella nostra Regione è in pieno svolgimento il dibattito relativo alla riorganizzazione della Pubblica Amministrazione conseguente all'approvazione della legge Regionale n. 13/2015 in attuazione ai dispositivi normativi nazionali che hanno portato alla soppressione delle Province. Nell'ambito di questo dibattito mi pare opportuna una riflessione relativamente al possibile ruolo e alla natura dei rapporti che i Geologi vogliono avere con gli Enti Territoriali. Per quanto riguarda il governo delle risorse energetiche e la tutela ambientale la legge regionale attribuisce differenti competenze alla Regione ed agli Enti Territoriali (comuni e/o Unioni) anche con il supporto neo-costituite Agenzie Regionali per la prevenzione, l'ambiente e l'energia. Lo stesso schema è riproposto per i temi della difesa del suolo e della prevenzione e protezione dei rischi naturali, mediante l'Agenzia Regionale per la sicurezza territoriale e la Protezione Civile.

Il mio auspicio - espresso anche attraverso la lettera inviata in data 29/06/2015 (prot.298/2015) riportata all'interno della rivista - è che nella fase di riorganizzazione gli Enti sappiano riconoscere le qualificate competenze di numerosi geologi che già appartengono agli organici degli Enti in fase di riorganizzazione, adeguando le mansioni ad essi assegnate alle funzioni di prevenzione e riduzione dei rischi naturali e alla gestione delle risorse proprie dei geologi. Ma certamente non sarà sufficiente un migliore utilizzo dei colleghi attualmente dipendenti delle Pubbliche Amministrazioni per affrontare la mole di attività di prevenzione e gestione che gli Enti sono chiamati a svolgere in questi anni, anche per effetto dell'intensificazione degli eventi catastrofici a cui assi-

stiamo sempre più frequentemente. È palese a tutti che in questo momento occorrono nuove risorse umane, professionalità a supporto degli Enti Locali e dei Sindaci in particolare, a cui spetta la responsabilità ultima della sicurezza e della salute dei cittadini. Nuove professionalità che devono essere adeguatamente qualificate (non me ne voglia nessuno, ma per operare nell'ambito della prevenzione dei rischi sismici ed idrogeologici, occorrono principalmente geologi) e soprattutto con elevato livello di preparazione e competenza. A mio avviso queste nuove professionalità devono essere inserite all'interno degli organici delle Amministrazioni, attraverso nuove assunzioni o - in subordine - mediante collaborazioni esterne strutturate. A questo proposito penso sia necessario sfatare alcuni "tabù" incompatibili con una visione moderna della società. Un professionista è tale a prescindere dalla forma contrattuale con la quale svolge la sua mansione. Ciò che lo qualifica è la competenza e l'etica con cui svolge il suo lavoro. Certamente la gestione di fondi pubblici e la definizione delle priorità di intervento in questo campo - oltre al coordinamento delle attività conoscitive - è prerogativa degli Enti Pubblici, ma l'attività di studi e consulenze a supporto di tali decisioni è un'attività professionale che deve essere svolta da tecnici qualificati e preparati oltre che correttamente inquadrati da contratti come dipendenti o consulenti esterni (parola che evoca automaticamente aspetti negativi solo in una visione distorta della società, che va assolutamente superata). Secondo questa impostazione dei rapporti tra professionisti ed Enti Territoriali si aprirebbero notevoli spazi di attività professionale per noi geologi. È quello che il nostro Ordine chiede alla Regione in questo momento di riordino della Pubblica Amministrazione, ma è anche quello che chiedono a noi sempre più frequentemente Sindaci, Amministratori e Funzionari Tecnici dei Comuni e delle Unioni, sempre più alle prese con gli effetti di politiche non ottimali di pianificazione territoriale nel passato e dell'intensificazione degli eventi meteorologiche del presente e del futuro.

Sono convinto che la delicata sfida del governo del territorio che ci aspetta nei prossimi anni possa essere affrontata con un approccio equilibrato e di sistema, riconoscendo le prerogative e l'apporto imprescindibile di ciascun attore. In tal senso ritengo che un ruolo altrettanto importante lo possa svolgere il mondo della Ricerca e dell'Istruzione, in primis l'Università, soprattutto se saprà aprirsi ad un confronto costruttivo con i professionisti e gli Enti. Per questo concludo portando gli esempi confortanti del dialogo aperto con le Università, sia con il Dipartimento di Scienze Biologiche, Geologiche ed Ambientali di Bologna che con il dipartimento di Fisica e Scienze della Terra di Parma, nell'ambito di attività formative e di confronto che coinvolgono anche il Servizio Geologico e gli altri Servizi Tecnici Regionali (e nel caso di Parma anche altri Enti Territoriali ed il Consorzio di Bonifica).

# Opinione del Direttore

di Maurizio Zaghini

## **Reinventarsi la professione**

---

Cari colleghi,

come ben sapete l'attività professionale è stata in buona parte legata al mondo dell'edilizia: rallentando questa, e molto, ha finito per produrre conseguenze anche drastiche alla nostra attività professionale.

Molti colleghi svolgevano la loro attività principale elaborando la Relazione geologica che doveva servire al Progettista per ricavarne i dati sulla stato del terreno e per applicare il cosiddetto valore "q amm." (carico ammissibile).

Quasi mai il geologo professionista interveniva a monte nella scelta decisionale sulla idoneità urbanistica del luogo.

Diciamo che per lungo tempo il geologo ha seguito, a traino, scelte non sue e a ciò si è adeguato.

Circa il contenuto delle relazioni geologiche diciamo che nel complesso, a mio modo di vedere, era piuttosto modesto. Da chi si sbizzarriva introducendo nella premessa un piccolo trattato di geologia a chi iniziava il discorso con una ampia premessa sulle caratteristiche tecniche dello strumento che utilizzava (in genere un penetrometro).

Mancava il più delle volte un dato essenziale: la ricostruzione geologica e geomorfologica di dettaglio dell'area interessata.

Per cui generalmente l'ingegnere (il professionista che usualmente si prendeva in carico di leggere la relazione) si limitava a prendere visione delle sole conclusioni. Capisco che sto generalizzando e della cosa chiedo venia.

Per lungo tempo è proseguito questo tran tran che non ci ha portato ad essere considerati delle figure professionali di rilievo, non contribuendo né alle scelte di pianificazione, né alle scelte progettuali. Il più delle volte ci si limitava a chiedere se nella documentazione era presente "anche" la relazione geologica.

Successivamente è intervenuto il D.M. infrastrutture 14 gennaio 2008, che sebbene migliorabile, ha distinto molto chiaramente i contenuti della relazione geologica e della relazione geotecnica. Molti colleghi sono stati ben felici di lasciare la relazione geotecnica (benché materia concorrente) al progettista.

Tornando al discorso iniziale è ormai chiaro a tutti che l'espansione urbanistica selvaggia col conseguente consumo di suolo non poteva proseguire ai ritmi davvero inusitati degli ultimi decenni.

In primo luogo perché viene favorito il rischio idrogeologico (aumento dell'impermeabilizzazione, riduzione dello spazio di divagazione dei corsi d'acqua, spesso tombinati, cambiamenti climatici con conseguenti variazioni del "regime delle piogge" ecc.).

In secondo luogo questo abnorme patrimonio abitativo a chi è destinato?

Questo rallentamento nella distruzione di nuovo suolo deve essere considerato favorevolmente.

Si andrà verso la riqualificazione del patrimonio edilizio esistente, all'adeguamento sismico dei fabbricati e alla salvaguardia del territorio, con azioni che tenderanno a ridurre il rischio idrogeologico.

I bollettini meteorologici finiranno (si spera) di essere dei propri e veri bollettini di guerra, come accade oggi all'inizio della stagione autunnale.

In ultima analisi cerchiamo di utilizzare queste momentanee difficoltà professionali come il recupero e messa in sicurezza del patrimonio abitativo esistente e verso problematiche ambientali, in primis verso i rischi geologici che non sono inevitabili come spesso si vuole far credere.

# RICORDI

... in ricordo di **Roberta Luetti**, Collega e Amica

---



**Roberta Luetti**, per tutti noi Robbi o Roby, classe 1974 ci ha lasciato il 21 gennaio scorso. Ci ha lasciato in uno straziante dolore, ci ha lasciato più soli e più poveri, come amici e come Geologi.

Roberta lascia un figlio di cinque anni, un compagno e lascia soprattutto su questa terra un ricordo indelebile della sua disponibilità, impegno, rettitudine e bontà d'animo, nelle tante, tantissime persone che l'hanno conosciuta. Era impossibile non volerle bene, non stimarla. Il suo sorriso e la sua esuberanza erano travolgenti ed erano molto importanti per tantissimi.

Roberta è stata una Geologa Professionista rigorosa ed appassionata naturalmente portata ad approfondire le proprie conoscenze. Era curiosa e rigorosa come Geologa. Era sincera e corretta nei confronti dei Colleghi e generosa nei confronti di tutti. Queste erano anche le virtù che quotidianamente metteva in pratica nella propria vita privata e nella sua intensa vita sociale. Virtù che tutti le riconoscevano e che tutti cercavano in lei, i tantissimi suoi amici ed i suoi Colleghi. Pur essendo fra i Colleghi più giovani poteva e lo ha fatto, trasmettere a tutti noi consigli sempre preziosi e lo faceva in modo sempre gioviale. Era infatti sempre allegra ed era un piacere per tutti avventurarsi in lunghe discussioni con lei. Si poteva parlare di tutto, aspetti tecnici, aspetti deontologici e umani, politica, sport, musica (Guccini, Springsteen, lo Ska..),

affrontava tutto con passione e competenza. Da tali discussioni se ne usciva sempre di buon umore e con qualcosa su cui riflettere. Personalmente debbo infatti amaramente considerare che mi mancheranno le lunghe telefonate che hanno contraddistinto il nostro rapporto di amicizia e professionale, mi hanno sempre lasciato sempre più sereno e pur fra facezie e scherzi mi hanno sempre consentito di mettere i vari problemi nella giusta dimensione. Però Roberta era anche dura e testarda, detestava profondamente le ingiustizie e nella sua intensa e prolungata vita sociale le ha sempre combattute. Con tale tensione ha attraversato tutto l'arco dell'impegno politico, civico/sociale ed anche professionale senza farsi condizionare dalle varie convenzioni e portando avanti le proprie convinzioni, che erano forti e mature. Era infatti anche una donna testarda, ma anche questo era un pregio che gli amici cercavano in lei. In questo suo viaggio terreno, in questo impegno costante ha sempre regalato a tutti giovialità e allegria. Me la ricordo sin dagli anni dell'Università (si è laureata a Ferrara), quando nel suo gruppo, particolarmente affiatato, lei emergeva per la gioia di vivere. La stessa voglia di vivere che ha poi messo anche nell'amore per il proprio figlio, per il proprio compagno e per le comunità che ha frequentato, da Sandolo a Portomaggiore (dove era nata), da Copparo (dove aveva lo Studio) a Ponte Lagoscuolo (dove viveva). Roberta era radicata nella sua terra e nella sua gente, Roberta non passava inosservata,

non potevi non accorgerti di lei. Non potevi non volerle bene.

Carissima amica e Collega, è stato un grande piacere collaborare con te ed averti avuta come amica. Mi hai e ci hai dato molto di più di quello che hai preso. Non ti dimenticherò, non ti dimenticheremo mai e siamo in tanti, tantissimi. Ora fai buon viaggio, grazie ancora.

**Raffaele Brunaldi (Geologo e Amico)**

Volevo ringraziare tutti voi, ma non trovo le parole. Vi riscrivo i pensieri che ho letto al funerale. Volevo ringraziare tutti voi ma lo farò con il tempo guardandovi negli occhi personalmente, per tutto quello che avete fatto per noi.....

Una leonessa, ha lottato come una leonessa fino ad un quarto d'ora prima di andare, poi le forze sono mancate, ma sono sicuro e voglio credere che mi hai sentito fino all'ultimo. Non vi dirò altro di Robi perché se siete qui e siete così in tanti sapete la persona che è!!!

Ho fatto stampare una foto che le ho fatto e che credo la rappresenti nell'anima, vorrei che la ricordaste così (la foto accompagna questo ricordo).

Vorrei infine condividere una canzone di Francesco Guccini, era la sua preferita (Cyrano), state tranquilli non è la Locomotiva anche se a lei sarebbe piaciuta moltissimo. Vi prego raccoglietevi, chiudete gli occhi e pensatela. È la vostra e la mia Robi.

**Fabio Padovani (il Compagno)**

Abbiamo condiviso lavoro, risultati, preoccupazioni, arrabbiate, studio, crescita professionale, problemi personali, gioie e amarezze per quindici anni. Eravamo amici e alleati. Per me era come una sorella. La sua scomparsa ha aperto un vuoto incolmabile.

**Emanuele Stevanin (Geologo)**

Una collega, un'amica, un esempio.

**Emma Biondani (Geologa)**

Amica, Titolare e Collega. Mi hai "raccolto" nel 2006 insegnandomi una professione e come si combatte nella vita.

Robi, quegli insegnamenti rivivranno in mio figlio, non ti dimenticherò mai e ti vorrò per sempre bene.

**Fabio Zanella (Geologo)**

"La Geologia". "La Terra". "La Montagna". "La Pianura". Tutti termini femminili. La tenerezza che mi lega a Roberta è mediata anche da essere Geologo ed essere donna. Esserci capite fino in fondo, come colleghe, come madri, come donne. Telefonate in cui si partiva da un confronto per una soluzione tecnica su un lavoro e si finiva a parlare dei figli, con la stessa naturalezza e gli stessi dubbi. La grazia femminile coniugata non attraverso uno stereotipo, ma attraverso la capacità di ascolto e la comunione con gli altri. Ti ho stimata, cara, e ti ho voluto davvero bene. Hai lasciato un segno importante e non è da tutti.

**Maria Antonietta Sileo (Geologa)**

Ho conosciuto Roberta quando era all'inizio della Sua attività di libera professionista, mentre io avevo già intrapreso l'attività di geologo da oltre 10 anni. Conoscendola, è capitato che ci scambiassimo opinioni e suggerimenti, ricordo specialmente nel momento dell'entrata in vigore delle NTC 2008. In questa e in altre occasioni ho avuto modo di apprezzare la Sua preparazione professionale e la Sua gentilezza. In seguito è capitato che collaborassimo insieme per alcuni lavori legati alla Pianificazione Territoriale dove ho potuto apprezzare, ancora una volta, la Sua perspicacia e la Sua caparbia, dote quest'ultima con la quale ha poi dovuto affrontare la malattia che l'ha portata via, dalla Sua famiglia, da Fabio e dal piccolo Pietro ed anche da noi, amici e colleghi.

**Marco Condotta (Geologo)**

# Il rischio da mareggiata in Emilia-Romagna: l'evento del 5-6 Febbraio 2015

Luisa Perini<sup>1</sup>, Lorenzo Calabrese<sup>1</sup>, Samantha Lorito<sup>2</sup>, Paolo Luciani<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Geologo | Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli (SGSS), Regione Emilia-Romagna

<sup>2</sup> Collaboratore scienze ambientali | SGSS, Regione Emilia-Romagna

<sup>3</sup> Collaboratore scienze geologiche | SGSS, Regione Emilia-Romagna

## Premessa

Il rischio da mareggiata è un tema che è divenuto di particolare interesse in Emilia-Romagna a seguito dei gravi eventi che hanno fortemente danneggiato la fascia costiera come quelli del febbraio 2015, del novembre 2012 e del marzo 2010.

L'impegno della Regione per la mitigazione del rischio costiero, avviato da più di trent'anni, si è recentemente concretizzato nella realizzazione di studi mirati e nella predisposizione di strumenti per la previsione e l'alternamento nonché di prodotti finalizzati a migliorare la pianificazione territoriale delle zone costiere. Il presente lavoro, oltre a fornire un breve inquadramento del fenomeno meteo-marino, delle vulnerabilità del litorale e degli effetti prodotti dalle maggiori mareggiate, illustra i sistemi attualmente disponibili per fronteggiare queste criticità. L'evento del 5-6 febbraio 2015 è stato utilizzato come caso studio al fine di descrivere le caratteristiche e gli effetti di un evento estremo e di verificare la validità e i limiti delle procedure operative di cui ci siamo dotati per gestire questa tipologia di rischio. Una parte dei risultati presentati sono stati confrontati con le mappe di pericolosità da inondazione marina elaborate per l'attuazione del d.lgs. 49/2010 in materia di difesa del suolo, recepimento nazionale della Direttiva Alluvioni EU 2007/60.

## 1. Le mareggiate in Emilia-Romagna

La mareggiata è un evento meteo-marino complesso, caratterizzato da moto violento del mare e vento forte, responsabile della traslazione di masse d'acqua sulla costa (figura 1) e della mobilitazione di grandi quantità di sedimento. Il moto ondoso è il principale responsabile dei processi di erosione costiera, mentre il sollevamento della superficie del mare (marea s.l., "acqua alta", "surge") è la causa principale dei fenomeni di inondazione marina.

In Emilia-Romagna, per la misura dei parametri di moto ondoso e di marea, sono presenti numerose stazioni di monitoraggio appartenenti a vari enti sia nazionali che

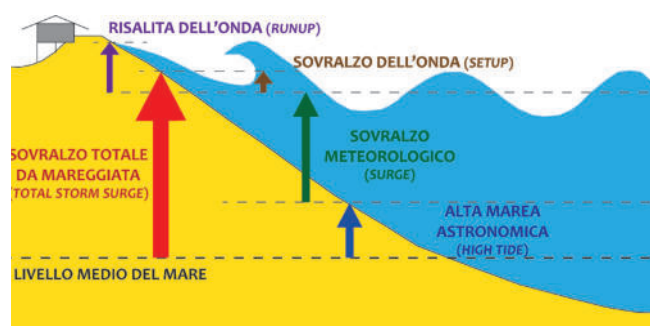


Fig. 1 - Schema dei principali fattori che caratterizzano le mareggiate. In prossimità della riva le onde frangenti producono un innalzamento della superficie del mare (set-up) e risalgono lungo la spiaggia o le opere di difesa, radenti (run-up). La mareggiata è spesso accompagnata da un'ulteriore sopraelevazione della superficie del mare (surge), nota come "acqua alta", dovuta alla combinazione della marea astronomica p.p., all'azione tangenziale del vento e ai gradienti di pressione atmosferica. Questi parametri possono essere molto variabili lungo la fascia costiera e si modificano nel corso di una mareggiata.

locali. La boa ondometrica direzionale Nausica, gestita da ARPA-SIMC, è posta ad una distanza di circa 8 km dalla costa dove la profondità del fondale è di circa

Moto ondoso	T1		T10		T100	
Direzione	Hs(m)	T(s)	Hs(m)	T(s)	Hs(m)	T(s)
30°	3,3	7,2	4,7	8,2	5,8	9,0
60°	3,6	7,4	4,9	8,3	6,2	9,2
90°	3,5	8,4	4,9	9,6	6,2	10,7
120°	2,8	7,8	4,2	9,4	5,5	10,8
Valore medi	3,3	7,7	4,7	8,9	5,9	9,9

Tab. 1 - Altezza d'onda significativa per tempi di ritorno di 1, 10 e 100 anni.

	T2	T10	T100
surge	0.85 m	1.05	1.28

Tab. 2 - Valori di surge e tempi di ritorno.

	onda	acqua alta	onda+acqua alta
$H_s$ altezza significativa dell'onda	> 3 m l.m.m		>2 m l.m.m
Lm Livello del mare		>0.8 m l.m.m	>0,7 m l.m.m

Tab. 3 - Valori soglia critici dei parametri di stato del mare utilizzati per l'allertamento costiero.

9 m. Altre stazioni di misura del livello dell'onda sono collocate presso le piattaforme per l'estrazione di gas dell'ENI.

Il livello del mare viene misurato dai mareografi di Porto Garibaldi e di Volano (gestiti dalla Provincia di Ferrara), di Porto Corsini (appartenente alla Rete Mareografica Nazionale) e di Rimini (di proprietà della società Hera). Negli ultimi decenni Università, Enti di ricerca, Regione e ARPA-SIMC hanno collaborato in studi che hanno permesso di approfondire la conoscenza di questi fenomeni.

SINTESI risultato lavoro 'le mareggiate dal 1946 al 2010'	
Località colpite dagli eventi nell'intervallo	32
Località particolarmente colpite da erosione (segnalazioni > 10)	15
Località particolarmente colpite da ingressione (segnalazioni >=6)	9
Mesi più critici	Novembre e Dicembre
Eventi più rilevanti	Novembre 1951, 1956, 1958, 1966; Dicembre 1979, Febbraio 1986, Dicembre 1992, 1996, Novembre 1999, 2002, 2004, Settembre 2004

Tab. 4 - Alcuni risultati emersi dall'analisi delle 'mareggiate storiche' che hanno colpito la costa emiliano-romagnola.

I risultati ottenuti in recenti analisi sono stati impiegati per definire gli scenari di onda e di marea di riferimento in termini di tempi di ritorno per le mappe di pericolosità e rischio ai sensi della direttiva alluvioni (EU2007/60) (tabella 1 e 2). Nella pubblicazione "Le mareggiate e gli impatti sulla costa in Emilia-Romagna tra il 1946 e il 2010", sono state definite le soglie di onda e di livello del mare, oltre le quali è molto probabile che si verifichino impatti sulla costa e che attualmente vengono utilizzate dalla Protezione Civile regionale, nelle procedure di allerta per mareggiata (tabella 3).

Lo stesso lavoro, oltre ad arricchire la conoscenza del fenomeno fisico, ha permesso di approfondire gli aspetti legati ai processi morfo-sedimentari e ai danni pro-

dotti dagli eventi meteo-marini. Grazie ad una raccolta molto vasta di notizie, documenti e cartografie relative a più di 50 eventi che hanno colpito le coste regionali, sono state individuate le località maggiormente interessate dai fenomeni e definite le tipologie di impatto ricorrenti (figura 2). Le mareggiate associate alla combinazione di venti del primo quadrante (da N e NE) e a fenomeni di 'acqua alta' sono quelle che producono gli impatti più rilevanti sul territorio, inoltre, in occasione di eventi ravvicinati, anche quando i parametri meteo-marini sono inferiori alle soglie critiche si possono verificare ingenti danni alla spiaggia e alle zone retrostanti. I danni più ricorrenti riguardano la perdita di beni, spiaggia e infrastrutture, mentre solo in 2 casi si sono registrate perdite di vite umane, da ricondurre a comportamenti errati, come la sosta in aree pericolose quali i moli portuali e il lungomare durante la mareggiata. In continuità con lo studio precedente, a partire da gennaio 2011, è proseguita la catalogazione degli eventi, utilizzando un nuovo strumento informatico, *in\_Storm*, brevemente descritto in seguito. Nell'intervallo gennaio 2011 – maggio 2015 le mareggiate con impatto sono state 28, e i mesi di maggior ricorrenza sono stati febbraio e novembre (figura 3). Si è osservato, inoltre, che nell'89% dei casi sono stati superati i valori soglia (tabella 3)

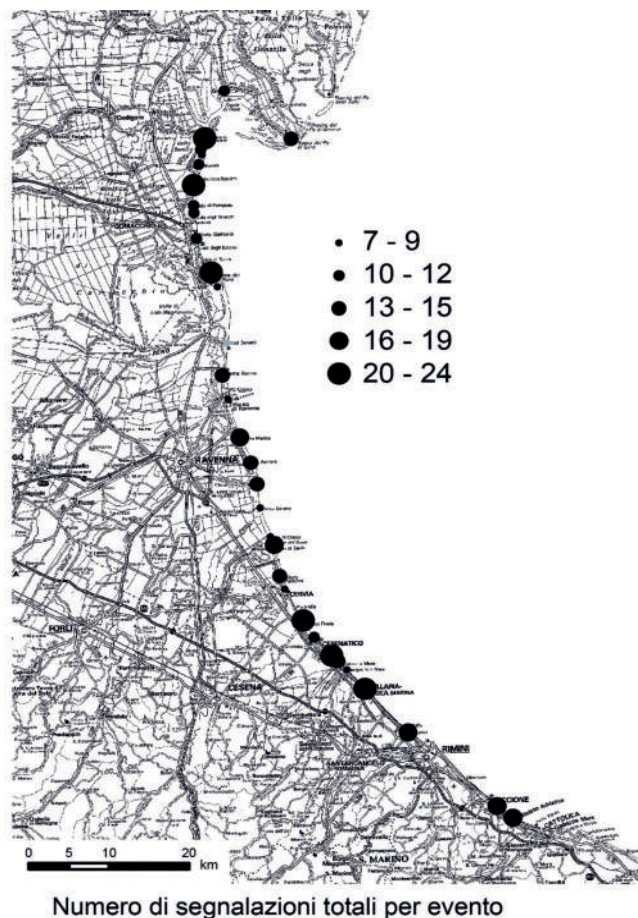


Fig. 2 - Numero di segnalazioni di impatto per ciascuna delle 32 località costa, classificate come critiche per il periodo 1946-2010.



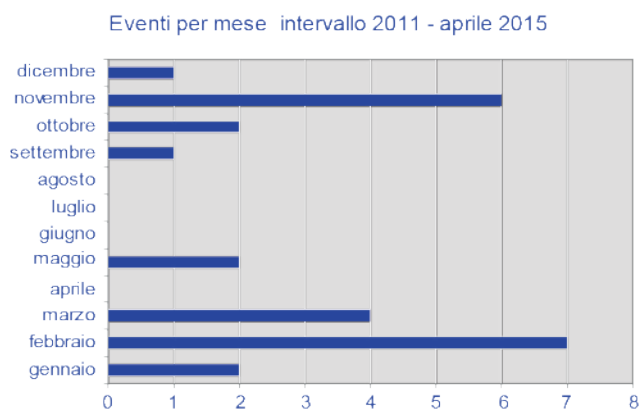


Fig. 3 - Distribuzione mensile dei 28 eventi di mareggiata con impatto del periodo 2011-2015.

e che, nel 68% degli eventi, il superamento ha riguardato il livello del mare. I pochi eventi "sotto soglia" hanno registrato comunque valori di onda o marea di poco inferiori ai limiti di riferimento oppure sono avvenuti in condizioni di alta vulnerabilità del territorio, come nel caso della mareggiata del 31 Agosto 2014, cioè in pieno periodo turistico (tabella 4).

### 1.1. La fragilità del litorale

La piana costiera dell'Emilia-Romagna è caratterizzata da un litorale basso e sabbioso, sviluppato per 140 km, e formato prevalentemente da cordoni litorali e più limitatamente da lagune, zone umide e foci fluviali. Le vaste aree con quote al di sotto del livello del mare immediatamente retrostanti la spiaggia, la discontinuità o l'assenza della duna, i processi naturali e secolari di arretramento della linea di riva, la subsidenza e la crisi del trasporto solido fluviale sono fattori che concorrono a rendere questo territorio un'area estremamente fragile, soggetta a marcati fenomeni erosivi e a diffuse inondazioni marine.

In questo contesto di elevata fragilità, l'intensa urbanizzazione degli ultimi 60 anni ha contribuito a rendere più gravi gli impatti provocati dalle mareggiate. In molte zone le infrastrutture occupano infatti gli spazi di dissipazione dell'energia del mare che vengono naturalmente interessate da processi idro- e morfodinamici in occasione degli eventi più intensi.

#### La tipologia degli impatti

Nello studio degli impatti prodotti dalle mareggiate sono state individuate cinque categorie di danno che spesso sono compresenti:

- Erosione della spiaggia: è un fenomeno diffuso lungo tutta la costa regionale; si osservano abbassamenti della superficie della spiaggia con spianamento delle morfologie, formazione di gradini e scarpate da pochi decimetri a qualche metro (figura 4), erosione della duna a diversi stadi (al piede,



Fig. 4 - Esempio di grave erosione della spiaggia e danneggiamento delle infrastrutture turistiche.

del fronte, totale), formazione di canali di deflusso sulla spiaggia temporaneamente allagata, escavazioni del fondale dovute a correnti di ritorno. Localmente, all'erosione consegue un arretramento della linea di riva.

- Inondazione marina: allagamento della spiaggia e



Fig. 5 - Inondazione dell'abitato di Cesenatico in occasione della mareggiata del 6 febbraio 2015.

del retro-spiaggia (figura 5) in tratti altimetricamente esposti all'ingressione diffusa (fronte) o localizzata, attraverso varchi; l'inondazione diffonde acqua salata nell'entroterra con potenziali danni ai manufatti e all'ambiente. Sono associati processi localizzati di ingressione (*overwash*) che causano un ingente trasferimento di sabbia nelle aree inondate, comprese quelle urbane. I depositi sabbiosi che ne derivano possono procurare disagi non solo agli stabilimenti balneari presenti sulla costa, ma anche alla rete stradale, a quella fognaria e alle abitazioni civili.

- Danni alle opere di difesa costiera: i danni rileva-

ti sono dovuti principalmente all'energia del moto ondoso. Le opere rigide possono essere scalzate alla base per escavazione del sottofondo; si sono osservati anche danneggiamenti e demolizioni



Fig. 6 - Esempio di danneggiamento di un tratto di argine a mare nel territorio ferrarese.

parziali del corpo delle strutture. Quando vengono colpite le opere radenti le aree protette retrostanti, spesso al di sotto del livello del mare, si trovano in serio pericolo (Figura 6).

- **Danni alle infrastrutture turistiche:** si sono osservate demolizioni delle strutture rigide (pavimentazioni, muretti ecc.), scalzamento alle fondamenta per erosione del sottofondo sabbioso (figura 4) e allagamento degli stabilimenti con danni a oggetti e manufatti.
- **Tracimazione dei canali d'acqua:** fenomeno di sormonto e tracimazione degli argini dei canali e porto-canali (*overtopping*) e di rotta. Questi processi avvengono frequentemente quando, in concomitanza della mareggiata, si ha un forte aumento del deflusso dei corsi d'acqua a causa di precipitazioni intense; l'acqua alta e il moto ondoso possono contrastare lo smaltimento delle acque continentali favorendo fenomeni di rigurgito alle foci.

## 2. Gli strumenti cartografici e informatici e la procedura per la gestione dei rischi da mareggiata

Nell'ambito della prevenzione e gestione dei rischi costieri da mareggiata sono stati fatti importanti progressi grazie alle più recenti tecnologie dei Sistemi Informativi Geografici, alle potenzialità delle applicazioni del Web, alle tecniche di monitoraggio della costa e alla modellistica morfodinamica. Con il supporto di questi nuovi strumenti è stato possibile predisporre una procedura operativa che, a partire dalla previsione dell'evento, si sviluppa attraverso fasi di monitoraggio, di analisi e

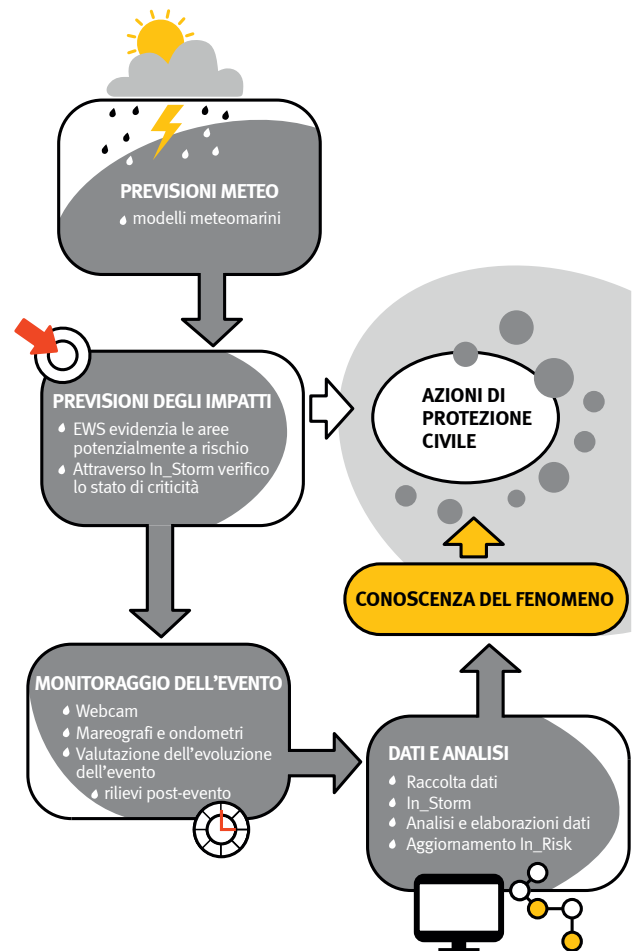


Fig. 7 - Lo schema illustra le diverse fasi operative di allertamento da mareggiata, di monitoraggio dell'evento e di analisi delle criticità, evidenziando quali strumenti informatici sono a supporto nei vari momenti.

aggiornamento delle banche dati con lo scopo di far fronte all'emergenza e di accrescere la comprensione di questi fenomeni (Figura 7).

Uno degli strumenti innovativi utilizzati è stato prodotto nell'ambito del progetto europeo Micore (2008-2011), come prototipo di sistema di allertamento dalle mareggiate a scala locale (Early Warning System, EWS). Lo strumento, unico operativo a livello europeo, è stato successivamente replicato in altri 8 siti al fine di disporre di una rete di controllo, rappresentativa dell'intero litorale regionale. L'EWS, oggi, supporta la Protezione Civile nell'emissione dell'allerta in caso di previsione di mareggiate potenzialmente pericolose, ottemperando così, anche per l'ambito costiero, a quanto stabilito dalla Direttiva Alluvioni. Permette di prevedere, giornalmente, i potenziali impatti di una mareggiata sulla costa con un anticipo di 72 ore: il modello morfodinamico *x\_Beach*, inserito nella catena previsionale del Centro Funzionale Regionale (ARPA-SIMC), elabora infatti l'evoluzione del profilo di spiaggia nel corso dell'evento, e permette di individuare sulla spiaggia il punto più arretrato raggiun-

to dal mare (figura 8).

Un altro strumento fondamentale a disposizione per l'analisi dei rischi costieri è il sistema della 'Rete di Monitoraggio dei Profili di Spiaggia (REMPS)'. La REMPS è stata istituita nel 2010, a seguito della mareggiata del 10 Marzo, per misurare gli effetti prodotti sulla morfologia del litorale dalle mareggiate ed è composta da 18 stazioni di monitoraggio situate in 13 località tra le più critiche della costa regionale. Il rilievo della spiaggia viene condotto lungo transetti perpendicolari alla linea di riva che si estendono dalla duna, dove esistente, fino alla prima porzione della spiaggia intertidale. Le misure vengono effettuate con tecnica DGPS (Differential Global Positioning System) ad alta precisione con cadenza semestrale (autunno e primavera) e in occasione di mareggiate di forte intensità. In quest'ultimo caso alle misure topografiche si associa una documentazione fotografica degli impatti e la mappatura della massima ingressione dell'onda (*runup*). I dati raccolti vengono archiviati nel Sistema Informativo del Mare e della Costa e sono accessibili pubblicamente attraverso il sito web *in\_Risk*. Nel sito web si possono anche consultare le cartografie relative agli impatti prodotti dalle mareggiate storiche e la 'Carta delle Criticità Costiere' elaborata, a scala 1:10.000, per fornire al Centro Funzionale Regionale un quadro conoscitivo di base sulle aree maggiormente vulnerabili della costa in caso di mareggiata.

Un ulteriore strumento fondamentale è il già citato *in\_Storm*, un complesso database progettato allo scopo di rendere più efficaci le azioni di previsione, prevenzione e analisi degli eventi di mareggiata, che funge

da piattaforma condivisa tra gli operatori coinvolti nel sistema regionale di Protezione civile e che permette di archiviare, consultare e analizzare i dati riguardanti le caratteristiche meteo-marine delle mareggiate e dei relativi impatti sulla costa.

### 3. La mareggiata del 5-6 Febbraio 2015

La mareggiata che ha colpito le coste regionali nei giorni 5-6 Febbraio 2015 è stata uno degli eventi più catastrofici a memoria d'uomo per la concomitanza di valori di onda e livello, tra i più alti mai registrati. La mareggiata era inoltre inquadrata in un contesto meteorologico caratterizzato da un minimo depressionario che ha provocato, a partire dal tardo pomeriggio del 5 febbraio, intense precipitazioni lungo il versante Adriatico, che hanno causato una crisi idraulica di tutto il settore.

Nella notte tra il 5 e il 6 febbraio, i mareografi di Porto Corsini (RA) e di Porto Garibaldi (FE) hanno registrato picchi massimi rispettivamente di 1.21 e di 1.30 m s.l.m. (vedi tab. 6 valori attribuibili ad un tempo di ritorno,  $T_r$ , circa centennale), contestuali ad un'altezza d'onda superiore ai 4 m, misurata dalla boa Nausica, al largo di Cesenatico. Il picco massimo di onda, è stato registrato nelle prime ore del mattino seguente ed è stato di 4.66 m (tabella 5), che corrisponde ad un tempo di ritorno quasi decennale, il più alto mai registrato dall'ondametro. Una condizione molto rilevante è la durata dell'intero evento che si è protratto per circa 14 ore, con valori sempre di larga misura superiori a quella soglia. I danni, molto ingenti, riscontrati lungo tutta la fascia costiera sono imputabili a diversi fattori: al livello e all'energia del mare, all'intensità del vento e alla difficoltà del reticolo scolante, dei canali e dei fiumi, di scaricare

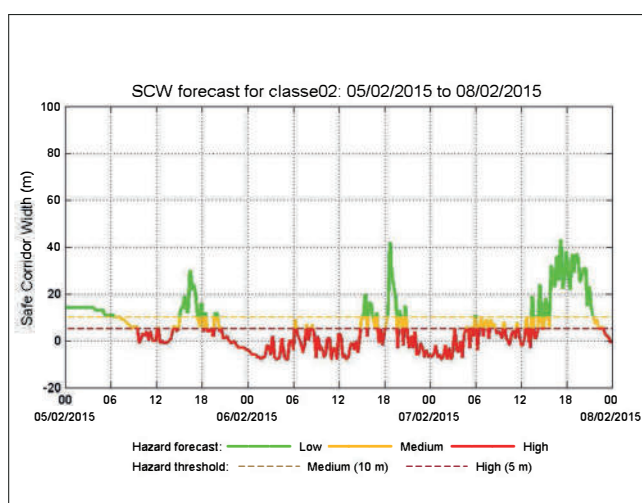


Fig. 8 - L' interfaccia web del sistema di allertamento EWS permette di visualizzare, con una scala colori verde, giallo rosso, il livello di rischio atteso durante l'evento; la mattina del 5 Febbraio 2015, 7 degli 8 siti del modello, hanno raggiunto un livello di rischio medio alto (rosso e giallo) (8a). Per ciascun sito è possibile consultare l'evoluzione prevista dei 2 indicatori di rischio definiti per la costa regionale: il Safe Corridor Width (SCW), che indica l'ampiezza di spiaggia asciutta utile per un eventuale evacuazione in sicurezza, e il 'building water distance' (BWD), che indica la distanza tra l'acqua e le infrastrutture retrostanti. Nel grafico di fig. 8b è riportato l'andamento dell'indicatore SCW presso il sito di Lido di Classe: lungo l'asse orizzontale è rappresentato il tempo(dalla mezzanotte del 5 febbraio alla mezzanotte dell'8 febbraio) e in quello verticale l'ampiezza del SCW, corrispondente con la porzione asciutta della spiaggia; il passaggio tra rischio basso e medio è posto quando il SCW è uguale o inferiore a 10 metri, il passaggio tra rischio medio ed elevato è posto quando il SCW è uguale o inferiore ai 5 metri.

verso mare.

Gli impatti più gravi, a livello macroscopico sono stati, in ordine di gravità:

- ==> L'allagamento di molti centri urbani tra cui: Lido degli Estensi, Porto Garibaldi, Lido di Savio, Lido Adriano, Milano Marittima, Cesenatico e Gatteo Mare. In alcune località, dove il battente dell'acqua ha superato un metro, si è reso necessario l'intervento dei vigili del fuoco che hanno evacuato la cittadinanza con l'uso di imbarcazioni. Le strade e le abitazioni sono state, in alcuni casi, invase dalla sabbia, trasportata dall'onda di piena, e l'acqua salata ha irreversibilmente compromesso impianti e suppellettili.
  - ==> L'erosione costiera, che i Servizi tecnici regionali hanno stimato in circa 700 mila m<sup>3</sup>, ha colpito tutto il litorale, provocando anche un forte arretramento del fronte dunale, dove esistente. Il fenomeno ha fortemente compromesso la spiaggia come elemento di protezione, oltre che per gli scopi turistici, per cui si sono resi necessari numerosi interventi in emergenza.
  - ==> Sono state danneggiate alcune opere di difesa e l'argine invernale è stato quasi completamente spianato o eroso dall'onda.
  - ==> Le infrastrutture turistiche, presenti sulla spiaggia o nell'immediato retrospiaggia sono state fortemente danneggiate o abbattute.
  - ==> Il vento ha provocato la caduta di molti alberi e di interi tratti di pineta (es. Cervia Tagliata).
  - ==> Alcuni corsi d'acqua, come il Po di Volano, sono stati interessati da franamenti e rotture di argine.
  - ==> I porto-canali di Porto Garibaldi, Cervia, Cesenatico e Foce Rubicone sono tracimati.
- Il totale dei danni economici stimati supera 7.5 milioni di euro e sono stati stanziati per interventi in somma urgenza circa 950.000 euro (per 6 interventi nei Comuni di Goro, Comacchio, Cervia, Cesenatico, Gatteo, Savignano, San Mauro

Pascoli, Rimini, Bellaria - Igea Marina, Riccione, Misano Adriatico).

### 3.1. Una mareggiata prevista

L'utilizzo del EWS unitamente alle previsioni meteorologiche, ha consentito di effettuare un allertamento dei Comuni e delle altre strutture preposte alla protezione della cittadinanza (Province, Prefetture, Servizi tecnici di bacino, Vigili del Fuoco ecc.) già a partire dal 4 Febbraio 2015.

Nelle giornate del 3 e 4 Febbraio, infatti, i modelli previsionali evidenziavano l'arrivo di una mareggiata intensa con direzione est/nord/est e il sistema di allertamento (EWS) forniva un valore di rischio medio o elevato in gran parte della costa regionale (figura 8).

Il giorno 4 febbraio è stata emessa la prima allerta di protezione civile con un livello 1, su una scala da uno a tre, per stato del mare, mentre il giorno successivo l'allerta è stata elevata al livello 2. Tale valutazione è stata supportata dalle previsioni che annunciavano un picco d'onda massimo di circa 4 m nel ferrarese e di un innalzamento della superficie del mare superiore al metro. I dati di previsione dello stato del mare sono stati quindi molto affidabili, così come il modello morfologico su cui si basa l'EWS, che ha evidenziato chiaramente la gravità dell'evento nelle ore notturne, a cavallo tra il 5 e il 6 febbraio, lungo i transetti da Rimini a Lido di Spina (FE).

### 3.2. Il monitoraggio dell'evento e degli impatti

L'osservazione della mareggiata e il rilievo degli impatti, sono stati avviati a partire dal giorno 4 Febbraio, con l'archiviazione di tutti i filmati acquisiti dalle web-cam collegate al EWS. Queste telecamere, rese pubblicamente disponibili dai proprietari degli stabilimenti balneari, lavorano per lo più solo nelle ore diurne per cui non è stato colto il picco massimo di inondazione avve-



Fig. 9 - Gatteo a Mare; confronto immagini web-cam acquisite rispettivamente il 5 Febbraio alle ore 11.40 (sinistra) e il 6 Febbraio alle 12.40 (destra). La duna di protezione è stata sfondata e l'onda si è propagata al retro-duna.

nuto nella notte tra il 5 e il 6 Febbraio.

Le telecamere hanno permesso di visualizzare l'evoluzione di alcuni tratti di spiaggia nel corso della mareggiata (figura 9) e si sono dimostrate strumenti preziosissimi non solo per il rilevamento dei danni, ma anche per comprendere la complessa dinamica litorale, la modificazione del profilo di spiaggia e le modalità e i tempi in cui può avvenire il collasso delle difese temporanee. L'analisi dei filmati ha evidenziato infatti che le modificazioni morfologiche sono avvenute gradualmente nel corso della mareggiata, e solo dopo parecchie ore si è verificato, il collasso dell'argine invernale. Ciò ha confermato analiticamente l'importanza del fattore 'durata' nella previsione dei danni e l'opportunità, nella progettazione di queste difese temporanee, di dotarsi di strumenti modellistici che possono simulare l'evoluzione

Boa	Posizione		Hs ore 6 del 6/2/2015	Hs picco	Data e ora picco
	distanza da costa fondale	Prof.			
Nausica	8 km	10 m	4.66 m	4.66 m	6 febbraio ore 6
Garibaldi A	19 km	25 m	4.16 m	4.16 m	6 febbraio ore 6
Angelina	2 km	8.5 m	4.31 m	4.31 m	6 febbraio ore 6
Amelia	27 km	32 m	3.68 m	4.23 m	6 febbraio ore 4
Barbara	58 km	70 m	3.06 m	3.82 m	6 febbraio ore 3

Tab. 5 - Valori di picco dell'altezza d'onda in corrispondenza delle stazioni di misura disponibili presenti al largo della costa emiliano-romagnola.

morfologica dell'opera durante l'evento.

Il monitoraggio meteo-marino è stato costante e i parametri di altezza d'onda e di livello del mare sono stati controllati in tempo reale. Le altezze d'onda, registrate nelle stazioni Nausica e nei quattro ondometri di ENI, hanno mostrato valori di picco via via crescenti dal lar-

Mareografo (gestore)	Massimo livello registrato	Data e ora
Volano (Prov.Fe)	1.47 m s.l.m	6/2 alle ore 1.1
Porto Garibaldi (Prov.Fe)	1.30 m s.l.m	6/2 alle ore 0.0
Porto Corsini (ISPRA)	1.21 m s.l.m	5/2 alle ore 23.40
Porto Rimini (Hera)	1.13 m s.l.m	6/2 alle ore 1 e alle 3

Tab. 6 - Valori di picco di livello registrati nei quattro mareografi disponibili lungo la costa regionale.

go verso i più bassi fondali.

Come si evince dalla tabella 5 il picco d'onda si è propagato dal largo (boa Barbara) verso costa (Nausica e Angelina) in un tempo di circa 2 - 3 ore.

I dati del livello del mare forniti dai quattro mareografi presenti lungo la costa regionale sono riportati in tabella 6 ed evidenziano un fenomeno marcato di acqua alta che ha anticipato di alcune ore il picco

d'onda. I valori massimi, com'era previsto, si sono osservati nell'alto ferrarese dove è massimo l'accumulo dell'acqua dovuto al blando golfo in corrispondenza del delta del Po.

Il monitoraggio dei danni è partito il giorno 6 Febbraio, a poche ore dalle prime segnalazioni trasmesse da parte delle istituzioni locali. Molte zone erano inaccessibili via terra e anche gli operatori dei Servizi Tecnici non hanno avuto la possibilità di raggiungere tutte le località colpite. Fortunatamente il nucleo regionale dei vigili del fuoco, convenzionati con il Centro Funzionale Regionale di Protezione Civile, ha immediatamente effettuato un sopralluogo con elicottero nelle zone allagate fornendo una prima documentazione fotografica che si è dimostrata fondamentale per la mappatura dei danni.

Altri due voli, sono stati condotti nei giorni 8 e 10 Febbraio per il completamento dei rilievi. A poche ore dall'evento si sono avviati i sopralluoghi sul terreno da parte dei Servizi Tecnici di Bacino regionali e di quelli degli enti locali mentre i tecnici del Servizio Geologico hanno provveduto alla raccolta del materiale utile presente sul web, come foto, filmati ed articoli.

### 3.3. Aggiornamento banche dati, elaborazioni cartografiche

Tutti i dati di monitoraggio del fenomeno e di rilievo degli impatti sono stati archiviati e organizzati nei sistemi informativi dedicati, *in\_Storm* e *in\_Risk*, dove trovano

Aree allagate	18.5 km <sup>2</sup> ; 31 sono i km <sup>2</sup> mappati nelle carte della direttiva
Punti di esondazione dei canali	9 punti
Fenomeni di overwash	40 punti
Varchi puntuali	5
Varchi lineari	15 km di costa presentano punti o tratti di ingressione del mare
Canali di deflusso	19
Punti di filtrazione	13 corrispondono ad emergenza della falda a causa della sopraelevazione della superficie del mare
Punti critici per erosione	33 punti
Erosione duna	10 zone
Demolizione/danneggiamento grave delle infrastrutture turistiche	27
Danni opere	7 punti

Tab. 7a - Tabella illustra la sintesi degli impatti mappati e catalogati per l'evento del 5-6 febbraio 2015.

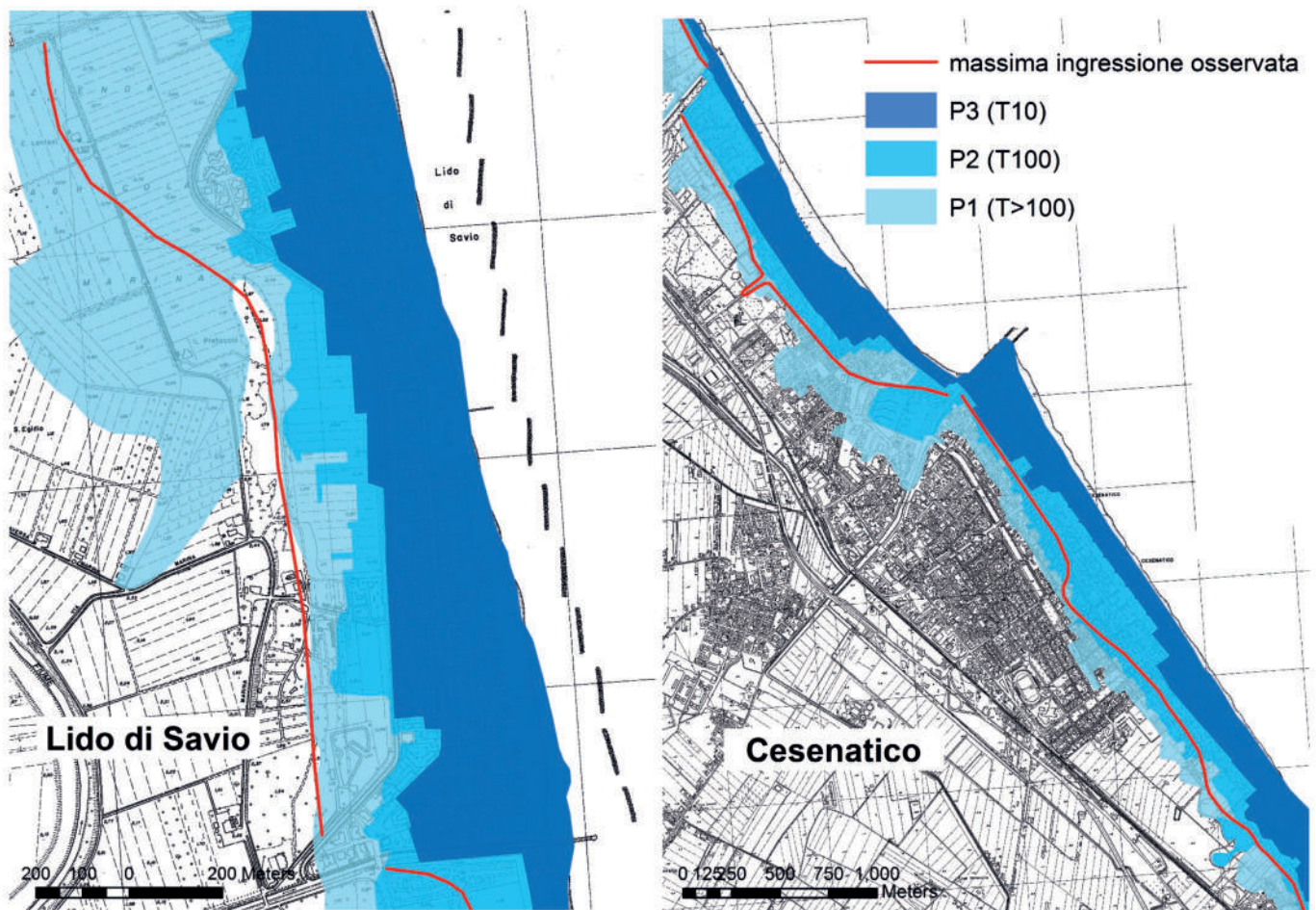


Fig. 10 - Confronto tra linea di massima ingressione marina registrata durante la mareggiata del 5-6 febbraio (valutata da foto aeree) e la perimetrazione delle aree potenzialmente allagabili della Direttiva Alluvioni 2007/60 (P1: bassa pericolosità conseguente ad eventi rari, con tempi di ritorno superiori ai 100 anni; P2: pericolosità media conseguente ad eventi poco frequenti, con tempi di ritorno di circa 100 anni; P3: pericolosità alta conseguente ad eventi frequenti, con tempi di ritorno di circa 10 anni).

collocazione anche le elaborazioni cartografiche prodotte a seguito dell'analisi delle informazioni raccolte. In tempi brevissimi, sono stati mappati i varchi e i fronti dell'ingressione marina, e localmente, il massimo battente d'acqua, i punti di maggiore dissesto e le forme erosive e deposizionali (canali di deflusso, ventagli di washover, ecc.) creati a seguito dell'evento di mareggiata. Come accennato in precedenza la mappatura della linea di massima ingressione è stata integrata con l'informazione relativa allo spessore del battente d'acqua e della sabbia accumulata nel retro spiaggia. Il lavoro si è basato sulla interpretazione di foto panoramiche, foto aeree e filmati preventivamente georeferenziati. La massima lama dell'acqua (circa 2 m) è stata misurata a Lido di Savio dove si è anche accumulato uno spessore di sabbia di oltre 1 metro.

Gran parte di questi elementi cartografici sono stati rappresentati anche nella recente "Carta delle Criticità Costiere" consultabile via web. La lista dei principali impatti e delle relative dimensioni è illustrata in tabella 7.

### 3.4. Confronto tra linea di massima ingressione del mare e mappe della Direttiva Alluvioni

La raccolta e l'analisi dei dati relativi alla mareggiata di febbraio 2015 è stata un'ottima occasione per confrontare gli effetti di un'inondazione marina reale con le mappe di pericolosità (MP) redatte in ottemperanza del d.lgs. 49/2010, recepimento nazionale della Direttiva Alluvioni EU 2007/60.

Preme sottolineare che le caratteristiche dell'evento del febbraio 2015 non corrispondono esattamente ai valori di onda e marea degli scenari considerati nella perimetrazione delle aree potenzialmente allagabili delle MP (tempi di ritorno  $T_r$ , 10, 100, >100); tuttavia, il valore totale di sopraelevazione della superficie del mare, registrato, si approssima molto a quello dello scenario  $T_2=100$  anni, con il quale si è effettuata la comparazione. La figura 10 mostra il confronto tra MP e la linea di massima inondazione marina osservata nei tratti costieri maggiormente interessati da questo

fenomeno ovvero presso Lido di Savio e Cesenatico. Si può notare che a Lido di Savio l'ingressione ha superato la perimetrazione Tr100 ponendosi tra questo limite e quello dello scenario raro (Tr>100) o attestandosi proprio su quest'ultima perimetrazione.

Nel caso di Cesenatico la corrispondenza tra linea di massima inondazione marina osservata e il limite dello scenario Tr100 è evidente e praticamente quasi esatta.

A scala regionale si è osservato che la linea di massima ingressione segue principalmente il limite dello scenario Tr100 e in modo subordinato il limite di scenario Tr10; localmente è avvenuto il superamento del limite Tr100 verso il limite Tr>100 che è stato superato solo in qualche raro punto. Ad un'attenta osservazione sembra che tali situazioni siano per lo più attribuibili all'inefficienza del reticolo di scolo. Il sovrizzo della superficie del mare, infatti, inibisce il normale deflusso delle acque incanalate nei reticoli artificiali provocando diffuse tracimazioni da canali e tombini stradali.

I risultati esposti mettono in evidenza che il fenomeno dell'inondazione si differenzia ampiamente lungo la costa ed è un processo fortemente influenzato dalla morfologia e dalle caratteristiche del moto ondoso locali ovvero dalle variazioni del *runup* e del *setup*. Nella simulazione degli scenari sono stati utilizzati, invece, valori costanti su tutta la costa e non è contemplato il *runup*, ciò può giustificare le difformità osservate tra limiti simulati e inondazione misurata.

Le stesse evidenze sono emerse sperimentando la simulazione dell'evento del febbraio 2015 con il metodo utilizzato per creare le MP: si è utilizzato un valore di livello totale pari a 1,6 m, ottenuto sommando al valore massimo registrato dal mareografo di Porto Corsini (1,2 m), in corrispondenza del quale l'effetto del sovrizzo dovuto al moto ondoso è limitato, un valore medio di *setup* di 40 cm, pari al valore con tempo di ritorno di 100 anni. Anche in questo caso si osserva una generale buona corrispondenza tra la perimetrazione simulata e l'osservato ma emerge ovunque uno scarto sistematico, più o meno accentuato, attribuibile in gran parte all'assenza del fattore *runup* nella simulazione e possibilmente alla variabilità delle altre forzanti nell'evento reale, come ad esempio il valore di *setup* che ha sicuramente una variabilità locale anche molto accentuata.

In ultima analisi, possiamo dire che le osservazioni condotte associano la mareggiata del febbraio 2015 con buona approssimazione ad un evento di scenario con tempo di ritorno di 100 anni nei tratti dove il fenomeno di ingressione è stato più marcato e dove si sono registrati i maggiori danni. Questo risultato conferma la piena affidabilità delle mappe di pericolosità nei termini delle finalità per cui sono state prodotte. La possibilità futura di valutare e differenziare le varie forzanti nei diversi tratti costieri consentirà di procedere ad un affinamento delle stesse.

## 4. Conclusioni

La mareggiata che si è abbattuta lungo le coste dell'Emilia-Romagna nei giorni 5-6 febbraio 2015 è stata eccezionale sia per le caratteristiche meteo-marine che per i danni prodotti sul territorio. L'evento ha fornito l'occasione di testare la macchina regionale predisposta per fronteggiare il rischio costiero, attraversando le fasi dell'allertamento, del monitoraggio, fino all'aggiornamento delle nostre conoscenze e al collaudo degli strumenti utilizzati per la gestione di tali eventi.

Questi strumenti, come i modelli meteorologici, le reti di monitoraggio, i sistemi informatici di raccolta ed elaborazione dei dati, le cartografie tematiche e l'EWS si sono dimostrati validi nella previsione e nella gestione dell'evento costituendo nel loro insieme un sistema all'avanguardia a livello europeo.

Il sistema di allertamento EWS, in particolare ha consentito di prevedere con un anticipo di circa un giorno, le gravi ripercussioni dell'evento sul litorale e di fornire agli enti territoriali competenti indicazioni sui possibili impatti. L'allerta tempestiva ha permesso di attivare in tempi brevi il monitoraggio che ha fornito informazioni essenziali per la comprensione dei fenomeni, per l'organizzazione degli interventi e per il censimento dei danni.

Dati di fondamentale importanza sono stati acquisiti tramite tecniche di telerilevamento, sia nell'immediatezza che nei giorni successivi all'evento; infatti, grazie alle immagini aeree, alle foto panoramiche e ai filmati è stato possibile osservare in tempi brevi e con un minimo coinvolgimento di personale gli effetti della mareggiata lungo l'intera costa regionale, circoscrivendo le aree colpite, mappando le tipologie di impatto sul territorio e quantificando l'entità dell'allagamento.

Le webcam, attualmente in uso, sono quelle installate presso le strutture turistiche. Esse hanno permesso di esaminare l'efficacia delle opere di difesa temporanea e la loro risposta alla mareggiata nella sua evoluzione, chiarendo cosa deve essere approfondito e conosciuto per la loro corretta progettazione e costruzione. A seguito di questi risultati, la Regione sta valutando la predisposizione di nuove web-cam dedicate, da posizionare nei punti più critici della costa, possibilmente dotate di tecnologia per l'acquisizione nelle ore notturne.

L'analisi degli impatti ha evidenziato che il sistema costiero è fragile e soggetto a molteplici tipologie di danno. L'inondazione marina è stata particolarmente estesa nel Ravennate e nel settore di Forlì-Cesena mentre nel Ferrarese il sistema difensivo, costituito da varie tipologie di argini a mare, ha retto bene a questo fenomeno. I processi di erosione, il danneggiamento delle opere e i fenomeni di tracimazione di canali sono stati piuttosto diffusi lungo tutto il litorale.

La mareggiata di febbraio 2015 ha fornito, infine, l'occasione per testare le mappe di inondazione elaborate in ottemperanza alla Direttiva Alluvioni 2007/60. Il confronto tra la perimetrazione delle aree potenzialmente

inondabili e le aree realmente allagate, delimitate grazie alle immagini aeree acquisite a poche ore dal picco dell'evento ha confermato l'ottima affidabilità delle stesse mappe. In alcune delle aree inondate, le immagini hanno permesso di stimare la lama acqua, che, in alcuni casi, ha superato il metro. Tale parametro non è stato considerato nell'ambito delle MP prodotte nel 2014 e dovrà essere contemplato per il futuro aggiornamento delle mappe previsto per il 2018. Queste nuove informazioni costituiscono quindi un patrimonio importante anche per la calibrazione dei modelli di inondazione che verranno applicati nei prossimi anni.

## Bibliografia

Calabrese L., Fontana D., Landini M., Luciani P., Perini L. e Salerno G., 2012, «The Sea-storms Database: a project for the governance of coastal areas», in Rendiconti online della Società Geologica Italiana (2012), vol 21, fascicolo 1, pp. 477 - 478.

Decouttere C., De Baker K, Monbaliu J. & Berlamont J. 1997. Storm wave simulation in the Adriatic Sea. In CENAS, Kluwer Academic (ed.), Dordrecht, The Netherlands: pp. 189-210.

Deserti M., Chiaggiato J., Valentini A., Perini L., Cibin U., Luciani P., Calabrese L., Lorito S., Ciavola P., Gardelli M. & Armaroli C. (2006) - Analysis of correlation between coast evolution and meteo-marine climatology. Technical report WP04: Integrated informative system to support protection strategies. CADSEALAND Project (June 2006).

Gambolati G., Giunta G., Putti M., Teatini P., Tomasi L., Betti I., Morelli M., Berlamont J., De Backer K., Decouttere C., Monbaliu J., Yu C.S., Broeker I., Kristenser E.D., Elfrink B., Dante A. & Gonella M. (1998) - Coastal evolution of the Upper Adriatic Sea due to Sea Level Rise, and Natural and Anthropogenic Land Subsidence. CENAS, Kluwer Academic (ed.), Dordrecht, The Netherlands: pp. 1-34.

Haerens, P., Ciavola, P., Ferreira, Ó., van Dongeren, A., Van Koningsveld, M., Bolle, A. (2012). Online operational early warning system prototypes to forecast coastal storm impacts (cews). Coastal Engineering Proceedings, 1(33), management.45. doi:10.9753/icce.v33.management.45.

Hharley Mm., Cciavola Pp. (2013). Managing local coastal inundation risk using real-time forecasts and artificial dune placements. Coastal Engineering, 77, pp. 77- 90, doi:10.1016/j.coastaleng.2013.02.006.

Harley, M. D., Valentini, A., Armaroli, C., Perini, L., Calabrese, L., Ciavola, P.: Can an early warning system help minimize the impacts of coastal storms? A case study of the 2012 Halloween storm, Northern Italy, Natural Hazards and Earth System Sciences Discussion, 3, 4315-4352, doi:10.5194/nhessd-3-4315-2015, 2015.

Harley, M., C. Armaroli, and P. Ciavola. 2011. Evaluation of XBeach predictions for a real-time.

Harley, M., Valentini, A., Armaroli, C., Ciavola, P., Perini,

L., Calabrese, L., Marucci, F. (2012). An early warning system for the on-line prediction of coastal storm risk on the Italian coastline. Coastal Engineering Proceedings, 1(33), management.77. doi:10.9753/icce.v33.management.77.

Idroser S.p.A. (1996) - Progetto di piano per la difesa dal mare e la riqualificazione ambientale del litorale della regione Emilia-Romagna. Relazione Generale. Regione Emilia-Romagna, Bologna, pp. 16-43.

Masina, M. and Ciavola, P. (2011) Analisi dei livelli marini estremi e delle acque alte lungo il litorale ravennate, Studi Costieri, 18, 87-101.

Perini L. & Calabrese L. (2010) - Le dune costiere dell'Emilia-Romagna: strumenti di analisi, cartografia ed evoluzione. Studi Costieri, 17, 71-84.

Perini, L. e Calabrese, L. (a cura di) (2010) - Il sistema mare-costa dell'Emilia-Romagna; Bologna: Pendragon. Monografie ISBN 978-888342847.

Perini, L., Calabrese, L., Deserti, L. M., Valentini, A., Ciavola, P., & Armaroli, C., 2011. Le Mareggiate E Gli Impatti Sulla Costa in Emilia-Romagna, 1946-2010. Bologna: I Quaderni di ARPA - Regione Emilia Romagna.

Roelvink, D., Reneirs, A., van Dongeren, A., van Thiel de Vries, J., McCall, R. And Lescinski, J. (2009) Modelling storm impacts on beaches, dunes and barrier islands, Coastal Engineering, 56, 1133-1152.

warning system in Emilia-Romagna, Northern Italy, Journal of Coastal Research, SI64, 1861.

## Siti web di riferimento

EWS progetto Micore: <http://geo.regione.emilia-romagna.it/schede/micore/>

EWS: <http://ambiente.regione.emilia-romagna.it/geologia/temi/costa/il-sistema-di-allerta-costiero-da-mareggiata-early-warning-system-ews>

In\_Coast: [https://applicazioni.regione.emilia-romagna.it/cartografia\\_sgss/user/viewer.jsp?service=costa](https://applicazioni.regione.emilia-romagna.it/cartografia_sgss/user/viewer.jsp?service=costa)

In\_Risk: [http://ambiente.regione.emilia-romagna.it/geologia/temi/costa/in\\_risk](http://ambiente.regione.emilia-romagna.it/geologia/temi/costa/in_risk)

In\_Storm: [http://ambiente.regione.emilia-romagna.it/geologia/temi/costa/in\\_storm-il-sistema-informativo-per-la-gestione-delle-mareggiate](http://ambiente.regione.emilia-romagna.it/geologia/temi/costa/in_storm-il-sistema-informativo-per-la-gestione-delle-mareggiate)

Mappe della Direttiva Alluvioni: [http://servizimoka.regione.emilia-romagna.it/mokaWeb92/apps/DAW\\_339/index.html](http://servizimoka.regione.emilia-romagna.it/mokaWeb92/apps/DAW_339/index.html)

Progetto Micore: [www.micore.eu](http://www.micore.eu)

REMPS: <http://ambiente.regione.emilia-romagna.it/geologia/temi/costa/rete-monitoraggio>

Rischi costieri: <http://ambiente.regione.emilia-romagna.it/geologia/temi/costa/il-rischio-costiero>



# Progetto “Gessi e Solfi della Romagna Orientale”

Giovanni Belvederi<sup>1</sup>, Enzo Lucchi<sup>2</sup>, Maria Luisa Garberi<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna

<sup>2</sup> Geologo | Libero professionista, collaboratore della Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna

## 1. Introduzione

La Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia-Romagna (FSRER), per il periodo 2014-2015, ha varato un complesso progetto di ricerca dal titolo “Gessi e Solfi della Romagna orientale”, che si prefigge di rilevare, documentare e studiare le cavità naturali e artificiali della Romagna orientale. Il territorio interessato si estende dalla valle del Savio (provincia di Forlì-Cesena) fino al nuovo confine regionale con le Marche, dopo l'annessione dei sette comuni dell'alta Valmarecchia nella provincia di Rimini, includendo inoltre anche il territorio della Repubblica di S. Marino. La zona in esame ha, dal punto di vista delle cavità artificiali, un importante valore archeologico industriale, storico e sociale per la presenza di numerosissime zone minerarie di estrazione dello zolfo, appartenente alla Formazione Gessoso-solfifera di età Messiniana. Il progetto si prefigge di studiare e documentare tale patrimonio in stretta collaborazione con gli enti del territorio: partecipano la Regione Emilia-Romagna, le Università di Bologna e Modena e Reggio Emilia, la Società di Ricerca e Studio della Romagna Mineraria, il Museo Sulphur e l'Ente di Gestione per i Parchi e la Biodiversità – Romagna.

Le numerose miniere di zolfo di questa zona, (figura 1)



Fig. 1 – Area del progetto e ubicazione delle principali miniere di zolfo.

che hanno lavorato con certezza almeno fin dal periodo rinascimentale, hanno rappresentato una realtà economica importante per la zona.

Il progetto si prefigge anche il recupero di mappe minerarie e cartografia storica della zona, con digitalizzazione e georeferenziazione del materiale reperito. Il progetto infine prevede la “ri-esplorazione” delle miniere ancora percorribili e la loro documentazione video e fotografica. L'emergenza storicamente più interessante è sicuramente quella di Perticara (Novafeltria), che fu la miniera di zolfo, durante il suo massimo splendore, più importante d'Europa.

## 2. La Formazione Gessoso-Solfifera: generalità e principali teorie

La formazione Gessoso-Solfifera fa parte di un vasto allineamento che partendo dalle parti di Asti percorre con qualche discontinuità il versante N.NE dell'Appennino, attraversa la Romagna e giunge fino agli Abruzzi.

La formazione “**GESSOSO-SOLFIFERA s.s.**” nella regione Emilia-Romagna non raggiunge però grandi dimensioni superando di rado il chilometro di larghezza ed i 500 metri di altezza, mentre lo spessore dei banchi è di solito inferiore ai 200 metri. Queste aree ed in genere tutte quelle che sono sedi di “depositi evaporitici” sono state oggetto di numerosi studi per il grande interesse che suscitano sia dal punto di vista scientifico che di quello economico:

1) sfruttamento delle evaporiti come materie prime industriali (con numerose applicazioni);

2) importanza delle evaporiti come rocce associate a depositi di minerali utili (zolfo, idrocarburi, ecc....).

Dopo questi brevi cenni di carattere generale è opportuno definire le “evaporiti” e prendere in considerazione le “teorie” che cercano di interpretarle.

**L'ipotesi classica** sull'origine della Formazione Gessoso-Solfifera prende in considerazione le acque marine e le sostanze che esse contengono in soluzione. Queste sostanze, con l'evaporazione, si depositano per solu-

bilità crescente: prima gli ossidi di ferro ed i carbonati, poi i solfati di calcio (gesso e anidrite), quindi i cloruri (di sodio, di magnesio, ecc...). Se in tempi geologici, movimenti tettonici hanno creato una barriera o soglia isolando un bacino interno con la successiva evaporazione si possono depositare tutte le sostanze precedentemente descritte, con quella determinata successione che si può notare anche in certe miniere di sale. Se l'isolamento non era completo e continuava un afflusso dal mare aperto per compensare l'acqua evaporata, il deposito sul fondo si limitava ai sali di minore solubilità, mentre il cloruro di sodio e gli altri sali più solubili non si depositavano mai. Interessante è la modalità di formazione dei cristalli di gesso (selenite): la soluzione salina (gessosa) si concentrerebbe attorno a nuclei preesistenti, sottili tubuli algali, o come sembrerebbe da studi più recenti, attorno a particolari "colonie di batteri" (cianobatteri); di sicuro è necessario un nucleo iniziale. A queste modalità di formazione molti Autori fanno riferimento per descrivere l'origine dei gessi messiniani e dei loro sedimenti associati, avvenuta come si è detto lungo la parte orientale dell'Appennino (ed in Sicilia). Queste zone dovevano avere indubbiamente delle caratteristiche sedimentologiche e climatiche in comune, ma non è possibile fare riferimento con sicurezza ad un unico tipo di bacino, anche perchè vi sono certe evaporiti che hanno delle modalità deposizionali molto diverse rispetto alla "ipotesi classica" .

E' però necessario puntualizzare due importanti caratteristiche della Formazione Gessoso-Solfifera dell'Appennino. Dai gessi tipicamente macro-cristallini (selenitici) caratteristici dei territori bolognesi e faentini si passa nel territorio forlivese a litotipi sensibilmente diversi: come le gessoareniti e i gessi saccaroidi della valle del Savio associati a calcari spesso solfiferi a volte in proporzione dominante. Questa sostituzione laterale di litotipi diversi nell'ambito della stessa Formazione è imputabile a vari fattori, non da ultime le variazioni microclimatiche e la variazione accidentale della concentrazione salina in bacini o lagune adiacenti a causa di disomogenei



Fig. 2 – Banconate di gesso in località Legnagnone.

fattori di alimentazione, o molto più semplicemente da profondità anche lievemente diverse dei vari specchi d'acqua in cui si depositavano i sali in soluzione. Inoltre, come già si è detto per quanto riguarda lo zolfo presente come minerale accessorio nei calcari, bisogna ricordare che esso si trova sempre associato a gesso e ad altri sali (figura 2).

Si potrebbe quindi dedurre che lo zolfo si sia depositato a causa di reazioni interessanti il gesso in soluzione, in sospensione o in deposito. Tra le varie teorie per spiegare l'origine dello zolfo una molto plausibile anche se ormai "vecchia" di alcuni decenni attribuisce la probabile origine dello zolfo dalla **riduzione di solfati** (gesso o anidrite) sia da parte di sostanze organiche quali ad esempio il metano, sia di solfo-batteri. Da questa riduzione si formerebbe in un primo tempo CaS che reagisce con acque contenenti anidride carbonica e separa zolfo e CaCO<sub>3</sub>. Una conferma della "teoria organica" dell'origine dello zolfo, è data dalla presenza di gas, probabili miscele di idrocarburi che si possono spesso riscontrare nelle miniere romagnole in cui probabilmente si sono avute numerose emanazioni di debole intensità.

La teoria ancora più accreditata per spiegare l'origine della formazione gessoso-solfifera fa riferimento ad un evento tettonico localizzato nel Mediterraneo occidentale che ha causato il sollevamento di una soglia e la conseguente chiusura dello stretto di Gibilterra. L'assenza di comunicazioni con le acque oceaniche determinarono condizioni di ipersalinità nel Mediterraneo e la sua tendenza al prosciugamento: l'intensa evaporazione favorì la formazione di pozze salmastre dove si depositarono grosse quantità di sali: principalmente gesso (solfato di calcio) e cloruri. Nel Quaternario, durante le fasi terminali dell'orogenesi appenninica il fondo marino si sollevò, formando l'attuale catena appenninica. I movimenti tettonici, particolarmente intensi verso la Pianura padana con formazione di pieghe e faglie, portarono all'esposizione e alla parziale erosione dei depositi messiniani, che oggi affiorano attualmente in modo estremamente discontinuo



Fig. 3 – Formazione di Sapigno. Miniera Inferno, pilastro di sostegno.

lungo quasi tutta la catena appenninica.

Nella Romagna abbiamo in prevalenza:

- la **Formazione della Vena del Gesso** (carbonati, solfati e cloruri, cioè evaporiti primarie, prevalentemente selenitiche, nell'Appennino romagnolo Occidentale)
- la **Formazione delle Geossoareniti o di Sapigno** (evaporiti clastiche risedimentate della Romagna Orientale) (figura 3). Tali sedimenti sono prevalentemente compresi in un bacino esteso fra le località di Sapigno, Montepetra, Perticara e S. Donato e sono costituiti da alternanze argilloso-marnose (fasi di calma) con gesso areniti con granulometria e laminazioni decrescenti verso l'alto (da grossolane in basso a fini in alto), rappresentando così delle vere e proprie "torbiditi" gessose (fasi di deposizione veloce), sono frequenti fasi di sedimentazione irregolare ed invertita, (v. oscillazioni del depocentro deposizionale e complicazioni tettoniche ripetute in periodi diversi).

### 3. La complessa riscoperta esplorativa della miniera di Perticara

L'estrazione dello zolfo in Romagna e nelle Marche viene fatta risalire all'epoca etrusca o romana; i documenti più antichi risalgono alla fine del XV° secolo. Uno dei più antichi documenti che indica notizie dell'estrazione nella zona di Perticara è la concessione pontificia del 1490 ai Malatesta e ai loro sudditi per fabbricare salnitro

e polvere sulfurea nell'area della Perticaja o Perticaglia. Innumerevoli proprietari hanno sfruttato la miniera fino ad arrivare al 1917, quando la Montecatini rilevò la gestione, potenziandola e razionalizzando i metodi di scavo e produzione, mantenendola fino alla chiusura nel 1964. I lavori sotterranei del bacino di Perticara si estesero per circa 450 ettari con uno sviluppo totale di 50 km di gallerie, sette pozzi e quattro discenderie.

L'ambiente delle gallerie della miniera di Perticara è in gran parte, a Carenza di Aria Respirabile (ACAR) per la mancanza di ossigeno consumato dall'ossidazione del kerogene contenuto nelle marne, dall'ossidazione dell'ingente quantitativo di materiale legnoso abbandonato nelle gallerie in aria e allagate, dall'ossidazione dei solfati e dell'acido solfidrico presenti in atmosfera e disciolti in acqua (figura 4).

La situazione estremamente stabile del contatto tra aria e zone allagate e la presenza di pellicole di zolfo colloidale in superficie, rendono lentissima la diffusione dei gas disciolti. L'evento perturbante dato dalla presenza degli speleologi, anche con la semplice vibrazione dei passi in prossimità del livello di falda, produce una improvvisa degassazione dell'acqua con una immediata immissione in aria di gas velenosi o esplosivi.

Cessando i lavori di estrazione la Montecatini chiuse tutti gli ingressi (discenderie e pozzi di areazione), interrompendo per sempre la ventilazione forzata che permetteva la sopravvivenza all'interno. L'accesso è molto pericoloso e non va assolutamente affrontato con leggerezza.

Per percorrere con una relativa sicurezza la miniera è



Fig. 4 – Il vecchio ponte sul Torrente Fanante, lungo la via alla miniera.



Fig. 5 – Speleologi con l'autorespiratore e il misuratore di gas.

necessario utilizzare degli strumenti di autoprotezione per zone confinate e ACAR e dei misuratori di gas. La FSRR ha acquistato quattro autorespiratori Dräger PSS 3000 equipaggiati con bombole in materiale composito da 9 litri caricabili a 300 atmosfere per un totale di 2.700 litri di aria, per un peso totale di 14 Kg. Gli autorespiratori sono forniti di maschera facciale completa e di erogatore in sovrappressione, le gallerie sono sature di gas che non devono entrare in contatto con le vie respiratorie e con gli occhi (figura 5). L'autorespiratore PSS 3000 è un apparecchio molto sofisticato, studiato



Fig. 6 – Portale lungo la Discenderia Fanante.



Fig. 7 – Livello 0, binari del carreggio.

per le squadre dei vigili del fuoco e per gli interventi di soccorso ed evacuazione in ambienti confinati ed in miniera. Tutti i materiali che lo compongono sono ignifughi e difficilmente attaccabili dalla corrosione, se esposti a sostanze acide o aggressive in genere. Questi strumenti sono considerati presidi di terzo livello e quindi il loro utilizzo rende necessaria una formazione adeguata, gli speleologi della FSRR hanno seguito un corso sull'uso degli autorespiratori presso la struttura del Servizio Gestione Emergenza Cantieri Alta Velocità (GECAV) del 118 di Bologna. Per completare l'attrezzatura, la FSRR ha acquistato due misuratori di gas MSA: un Altair-4x multigas e un Altair Pro monogas. Il misuratore multigas rileva le percentuali di acido solfidrico ( $H_2S$ ), di monossido di carbonio ( $CO$ ), dei gas esplosivi (Comb/EX) e dell'ossigeno ( $O_2$ ) presenti nell'atmosfera.



Fig. 8 – Livello 0, a destra l'area di manutenzione dei locomotori.

Il misuratore monogas misura la sola percentuale di ossigeno. Gli speleologi sono dotati, individualmente, anche di una bombola personale da 1 litro di Ossigeno puro, caricata a 110 bar, per eventualmente intervenire su un compagno in ipossia. La Discenderia Fanante (figura 6) è oggi l'unico accesso percorribile alla mi-



Fig. 9 – Giro Cavalli, sala dell'argano e accesso alla discenderia Ovest.

niera, collega il Livello 0, livello di carreggio principale, con l'esterno (figura 7).

Il Livello 0 è una galleria semi orizzontale di grandi dimensioni, attrezzata con rotaie, fino a tre linee; in un punto si riconosce l'officina di manutenzione locomotori con la fossa (figura 8).

Lungo il percorso sono presenti numerose porte che avevano il duplice scopo di interrompere a richiesta la corrente d'aria e, in emergenza, il fronte del fuoco. All'incrocio con le discenderie interne sono presenti le camere degli argani; quella che serviva la Discenderia-Ovest è detta in gergo "Giro Cavalli".

La Discenderia Ovest collegava il Livello 0 con tutti i livelli più profondi della miniera, ora allagati.

È una galleria in forte pendenza, percorsa dai binari, fiancheggiata da ripiene. All'imbocco è presente un muro con una porta che sbarra la galleria, probabilmente costruito quando la discenderia non era più usata (figura 9).

Lo sbarramento ostacola il ricambio dell'aria, quindi l'atmosfera della discenderia si presenta sempre in ACAR fin dai primi metri: Ossigeno 0%, H<sub>2</sub>S 20 ppm e presenza di gas esplosivi 13% del Lower Explosive Limit.

A circa 200 metri lineari dall'imbocco la galleria si pre-



Fig. 10 – Discenderia Ovest, il livello di falda.



Fig. 11 – Galleria verso i Fondi Vecchi.

senta allagata, raggiungendo il livello di falda; l'acqua ha un colore decisamente nerastro ed è coperta di zolfo colloidale (figura 10).

I Fondi Vecchi sono un complesso di gallerie e di cantieri di coltivazione ottocenteschi, sfruttati prima dell'avvento della Montecatini.

Si raggiungono dal Livello 0 con una rimonta di più di 400 metri scavata nello sterile (figura 11).

Durante le ri-esplorazioni vengono effettuate fotografie e riprese di filmati, che servono per documentare lo stato e le caratteristiche della miniera. Il materiale prodotto è utilizzato per divulgare all'esterno la conoscenza della miniera e rinnovare la memoria sul territorio dell'attività estrattiva, che è stata l'unica realtà produttiva per molti secoli. Le immagini serviranno anche per le pubblicazioni finali del progetto "Gessi e Solfi della Romagna-Orientale" (figura 12). Gli speleologi raccolgono anche campioni, destinati al museo Sulphur, al fine di salvaguardare le testimonianze del lavoro, delle persone e delle tecnologie della miniera, oltre a fornire materiale di studio agli accademici coinvolti nel progetto.

La misurazione dei tenori dei gas, presenti nell'atmosfera della miniera, ha stimolato l'interesse per studiare e comprendere le condizioni di questi ambienti estremi.



Fig. 12 – Cantiere di coltivazione detto "Cellone".

Le attività di ricerca proseguiranno con il campionamento delle acque interne alle discenderie e la misurazione in continuo dell'aria della Discenderia Ovest.

#### 4. Conclusioni

La percorribilità delle gallerie in aria respirabile varia in relazione a fattori ambientali sia esterni alla miniera che interni: il flusso generale dell'aria all'interno di un qualsiasi ipogeo artificiale o naturale che sia, varia tra l'estate e l'inverno; in estate gli ingressi alti inghiottono aria e quelli bassi la espellono, viceversa durante l'inverno.

La miniera, anche se la Montecatini ha chiuso tutti gli ingressi, ha comunque un comportamento di questo tipo: la Discenderia Fanante si apre a livello del torrente omonimo e si comporta da ingresso basso; quindi durante la stagione calda ha un flusso in uscita, che spostando masse d'aria da luoghi remoti della miniera, peggiora sensibilmente la qualità dell'atmosfera di quelle gallerie che normalmente sono sufficientemente ossigenate. La variazione della pressione barometrica innesca dei movimenti di "bolle" d'aria semi statica all'interno delle gallerie, spostando masse d'aria dall'interno verso l'esterno o viceversa. L'inverno, invece si presenta come la stagione migliore per l'esplorazione, perché la discenderia inghiotte aria respirabile dall'esterno, che rende transitabile almeno la prima parte della cavità.

La presenza degli speleologi, che percorrono zone che da 50 anni sono praticamente statiche, produce degli effetti difficilmente quantificabili con contaminazione dell'aria respirabile con quella a bassissimo tenore di ossigeno (0 - 1%). Nel caso di gallerie di piccolo diametro, ad esempio 2 m per 1 m, gli speleologi trascinano, al ritorno, l'aria cattiva, quindi non è mai garantito ritrovare l'aria respirabile dove si è indossata la maschera.

Una cosa è oggettivamente evidente: esplorare la miniera di Perticara può risultare estremamente pericoloso se non si utilizzano le precauzioni del caso, come sopra indicato. La preparazione preliminare personale è indispensabile per operare in sicurezza e la condivisione di esperienze multidisciplinari con altri tecnici, possono avere anche favorevoli riscontri professionali per il geologo che si interessa di attività estrattive e/o di realizzazione di gallerie stradali e/o ferroviarie più in generale.

#### Ringraziamenti

Si ringrazia il Museo Sulphur e la Proloco di Perticara per l'ottimo rapporto di collaborazione instaurato.

Il Servizio Gestione Emergenza Cantieri Alta Velocità (GECV) del 118 di Bologna per la formazione ed il sostegno continuo al progetto.

Elmiro "Miro" Poggioli di Sapigno per l'insostituibile apporto alla logistica del progetto.

Foto di Giovanni Belvederi.

#### Bibliografia essenziale

Bartolini, A., (1974). "Perticara nel Montefeltro". Grafiche Gattei, Rimini, pp. 1-208

Draegerwerk AG&CO., (2013). "Draeger PSS 3000 Compressed Air Breathing Apparatus". Germany, pp. 1-4

Draegerwerk AG&CO., (2010). "Introduction to personal protection technology". Germany, pp. 1-36

European Industrial Gases Association EIGA, (2009). "Pericoli relativi ai gas inerti e alla carenza di ossigeno", Bruxelles, pp. 1-36

IUPAC, (1997). "Compendium of Chemical Terminology, 2nd ed. (the "Gold Book")". Compiled by A. D. McNaught and A. Wilkinson. Blackwell Scientific Publications, Oxford p. 539

Lugli S.; Manzi.V. Roveri M. ( 2015 ) – "Geologia dei Gessi di Brisighella e Rontana" (Piero Lucci; Stefano Piastra - I gessi di Brisighella e Rontana. Studio multidisciplinare di un'area carsica nella vena del gesso romagnola ) (Carta Bianca Soc. Coop. Faenza ITA ) - n. volume 28 - pp. da 17 a 26

Montecatini, (1960). "Miniera di Perticara, Piano generale scala 1:1.000"

MSA AUER GMBH, (2012). "Operating manual Altair 4x", Germany, pp. 1-76

MSA AUER GMBH, (2006). "Operating manual Altair Pro", Germany, pp. 1-48

Ricci Lucchi F., Bassetti M.A. Manzi V. & Roveri M. (2002) . "Il Messiniano trent'anni dopo: eventi connessi alla crisi di salinità nell'avanfossa appenninica". Studi geologici Camerti, 1:127-142, Camerino

Rinaldi I.,(1987). "Perticara, la miniera di zolfo, la sua gente". Pazzini Editore, pp.1-220

Scicli A. (1972). "L'attività estrattiva e le risorse minerarie della regione Emilia-Romagna". Poligrafico Artioli, Modena, pp. 24-155

USEPA, (1980). "Health and Environmental Effects Profile for Hydrogen Sulfide". pp.118

# $V_s$ e Potenziale di liquefazione

Silvia Castellaro<sup>1</sup>, Riccardo Panzeri<sup>2</sup>, Flaminia Mesiti<sup>2</sup>, Lara Bertello<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Dipartimento di Fisica e Astronomia, Università degli Studi di Bologna

<sup>2</sup> Geologo

<sup>3</sup> Dottoranda in Scienze della Terra, Università di Bologna

## 1. Premessa

In questo lavoro presentiamo i risultati di una campagna intensiva di misura di velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ) effettuata con metodi geofisici basati sulle onde di superficie nei territori dell'Emilia colpiti dai terremoti del 2012. Il lavoro è condotto al fine di verificare l'applicabilità dei più recenti metodi di stima del potenziale di liquefazione dei terreni basati su misure di  $V_s$ . Osserveremo come questi metodi si rivelino del tutto inapplicabili al caso di studio e come invece un approccio più semplice possa informare riguardo alla necessità di approfondire o meno le indagini volte alla definizione del potenziale di liquefazione in specifiche aree.

Il potenziale di liquefazione di un sottosuolo viene tradizionalmente stimato attraverso i metodi propri della geotecnica, quali l'analisi delle curve di distribuzione granulometrica o delle prove CPT e SPT. Questi ultimi si basano sostanzialmente sul calcolo del rapporto tra lo sforzo ciclico (CSR) indotto dal terremoto alla profondità dello strato potenzialmente liquefacibile e la resistenza opposta dallo stesso strato. Gli approcci geotecnici sono i più usati e probabilmente anche i più affidabili, in quanto forniscono informazioni quantitative

sulle proprietà meccaniche della colonna di sottosuolo in esame. Essi hanno tuttavia i noti svantaggi di fornire informazioni solo puntuali, di essere invasivi e non applicabili in suoli ghiaiosi, dove la liquefazione è stata documentata in alcune occasioni. Accanto agli approcci geotecnici sono stati sviluppati anche quelli geofisici che sfruttano la misura della velocità delle onde di taglio  $V_s$  in foro o in campioni di laboratorio quale stimatore della rigidezza  $\mu$  del sottosuolo ( $\mu = \rho V_s^2$ , dove  $\rho$  è la densità). Questi approcci però, oltre a condividere con le prove CPT e SPT i limiti di rappresentatività solo puntuale, sono anche più costosi.

In linea di principio, gli approcci geofisici di superficie, come quelli basati sulla dispersione delle onde di superficie per ottenere profili di  $V_s$ , sarebbero ideali perché danno informazioni su volumi estesi senza essere invasivi e sono applicabili ad ogni tipo di sottosuolo. Nella pratica però questi metodi sono molto meno sensibili alle variazioni di rigidezza nel sottosuolo rispetto alle prove geotecniche classiche per ragioni fisiche (legate alle lunghezze d'onda 'esploranti') e perché  $V_s$  varia lentamente al variare della rigidezza (ossia in modo proporzionale a  $\sqrt{\mu}$ ). In ultima analisi, derivare un profilo di  $V_s$

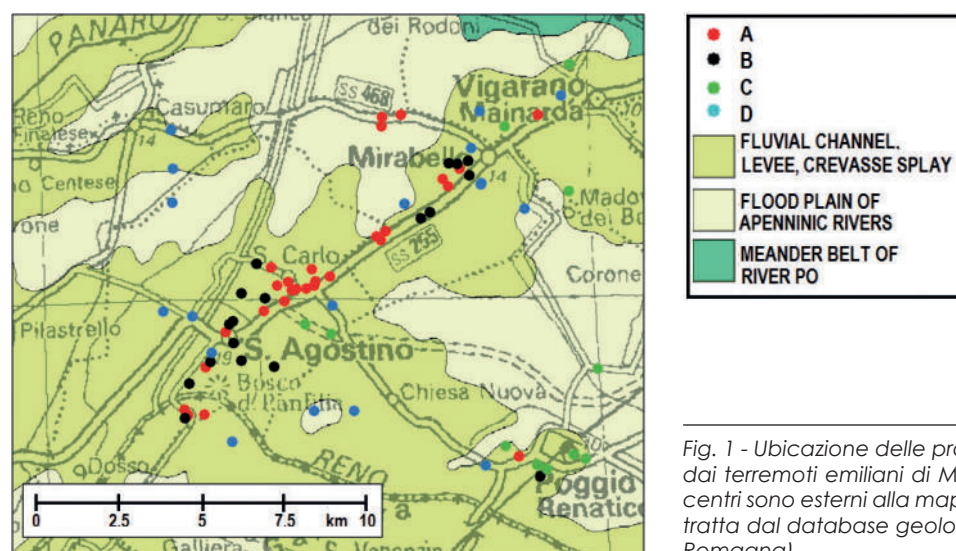


Fig. 1 - Ubicazione delle prove sismiche effettuate nell'area colpita dai terremoti emiliani di  $M_L = 5.9$  e  $5.8$  del maggio 2012, i cui epicentri sono esterni alla mappa, in direzione NW (cartografia di base tratta dal database geologico e topografico della Regione Emilia Romagna).

da una curva di dispersione non è un compito facile e, come noto, non ha soluzioni univoche.

Altri metodi geofisici di superficie, come la sismica a rifrazione, presentano anche maggiori limitazioni poiché forniscono risultati sbagliati in presenza di inversioni di velocità e hanno profondità di penetrazione minori a parità di apertura degli stendimenti. Oltretutto, produrre e riconoscere l'arrivo di onde S rifratte non è un compito sempre banale.

Recentemente Kayen et al. (2013) hanno presentato i risultati di un progetto internazionale durato 11 anni nel quale hanno raccolto dati di  $V_s$  derivanti principalmente da prove di tipo SASW, antesignana della prova MASW introdotta e ancora oggi usata da Nazarian e Stokoe (1984). I dati sono stati acquisiti in Giappone (213), California (39), Cina (24), Taiwan (14), Alaska (9) e Grecia (2) su terreni liquefatti e non liquefatti a seguito di diversi terremoti e sono stati usati per sviluppare grafici di tipo CSR- $V_s$  (domanda sismica vs. resistenza del terreno, come indicato in richiamo Figura 6) per definire il potenziale di liquefazione di un suolo sulla base di misure di  $V_s$  condotte da prove di superficie.

Nei territori delle province di Modena e Ferrara colpiti dai fenomeni di liquefazione durante i terremoti del 20 e 29 maggio 2012 ( $M_L = 5.9$  e  $M_L = 5.8$ ) abbiamo acquisito circa 100 prove multicanale a onde di superficie attive e passive per verificare l'applicabilità dei metodi di stima della suscettività alla liquefazione a partire da misure di  $V_s$  in sito, come il metodo appena descritto proposto da Kayen et al. (2013). Mappe dettagliate della liquefazione sono state pubblicate da vari autori e tutti gli studi, come noto, concordano sul fatto che i fenomeni di liquefazione si siano manifestati prevalentemente in corrispondenza di vecchi alvei fluviali e ventagli di rotta, in presenza di livelli sabbiosi nei primi 10 m di profondità.

## 2. Campagna di indagine

### 2.1 Scelta dei siti

Nell'area descritta ci siamo concentrati su 84 siti (Figura 1). Sulla base di 121 prove penetrometriche e sondaggi disponibili, sulla base delle evidenze delle foto aeree e sulla base della cartografia geomorfologica esistente, abbiamo raggruppato gli 84 siti prescelti nelle 4 classi descritte in Tabella 1. Le classi A e B raggruppano siti con suoli sabbiosi potenzialmente liquefacibili entro i pri-

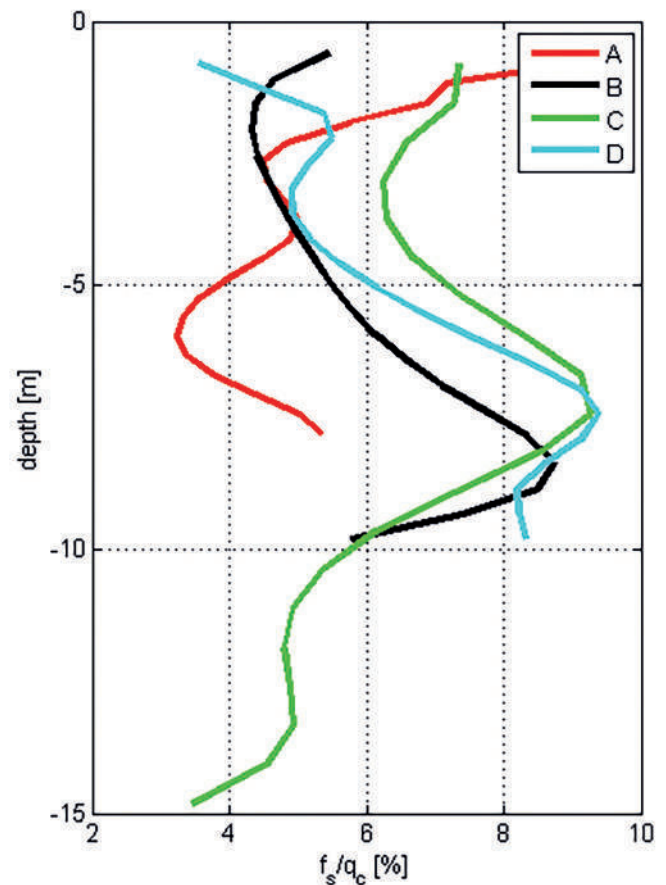


Fig. 2 - Rapporto medio tra attrito laterale ( $f_s$ ) e resistenza alla punta ( $q_c$ ) per le 4 classi di Tabella 1. Bassi rapporti  $f_s/q_c$  indicano suoli sabbiosi mentre alti rapporti indicano prevalenze limoso-argillose.

mi 8 m. I siti di classe A sono quelli in cui è effettivamente avvenuta liquefazione durante gli eventi del 2012 mentre i siti di classe B sono quelli in cui non si è avuta evidenza in superficie di liquefazione. La classe C raggruppa i siti in cui i depositi sabbiosi sono a profondità maggiore di 8 m e non hanno subito liquefazione. La classe D racchiude i siti composti da argille e limi, non liquefacibili. Il rapporto medio di attrito laterale / resistenza alla punta per le 4 classi appena descritte è riportato in Figura 2. Esso mostra che dal punto di vista geotecnico esiste una differenza tra i suoli A e B: i primi hanno in media un contenuto in sabbia maggiore tra 5 e 7 m (che è in effetti il livello che ha subito liquefazione) mentre nei secondi la

CLASSE	LIQUEFAZIONE OSSERVATA?	DESCRIZIONE [0,15] M profondità	Numero di siti
A	SÌ	Sabbie (paleovalvei, ventagli di rotta)	28
B	NO	Sabbie (paleovalvei, ventagli di rotta)	25
C	NO	Argille e limi superficiali (<8 m) Sabbie profonde (>8 m)	13
D	NO	Argille e limi	18

Tab. 1 - Descrizione sedimentologica delle 4 classi.



sabbia domina nei primi 4 m di profondità. Per tutti i siti la profondità della tavola d'acqua era entro 3 m da p.c., nella maggior parte dei casi entro 1.5 m.

## 2.2 Indagine

Negli 84 siti prescelti abbiamo combinato diversi approcci attivi e passivi di analisi di onde di superficie (MASW, ReMi™-ESAC-SSAP). Come ampiamente noto, questo tipo di indagini sfrutta il fatto che onde di superficie di diversa lunghezza d'onda eccitano il sottosuolo a diverse profondità e viaggiano alla velocità che caratterizza il suolo a quelle diverse profondità. Dal segnale registrato in diverse posizioni nel tempo (Figura 3A), si passa alla ricostruzione degli spettri di velocità di fase o di gruppo (Figura 3B), che indicano la velocità più probabile delle onde di superficie a ciascuna frequenza. Da questi, attraverso procedure di modellazione diretta o di inversione, si può ricostruire un possibile modello di  $V_s$  del sottosuolo (Figura 3C). Sulla complessità e non univocità di questo ultimo passaggio non entriamo in questa sede. Ci limitiamo a dire che il grado di soggettività fino alla creazione degli spettri di velocità di fase o gruppo (punto B in Figura 3) è modesto e legato a dettagli matematici di campionamento ed elaborazione del segnale nel dominio delle frequenze. Il passaggio da detti spettri alla costruzione di profili di  $V_s$  (punto C in Figura 3) può invece presentare diverse difficoltà.

Per le 84 indagini abbiamo usato sistemi multicanale SoilSpy (MoHo s.r.l.) collegati a 12 geofoni con autofrequenza 4.5 Hz e polarizzazione verticale (Geospace Ip) posti a intervalli di 2.5 m e abbiamo processato i dati col software Grilla scritto da uno degli autori (S.C.). La scelta dei geofoni verticali e di lavorare in onde di Rayleigh è di fatto imposta dal problema: le onde di Love, per esistere, necessitano di una superficie libera, in cui gli sforzi di taglio si annullano, e di una sottostante interfaccia in cui la rigidità aumenti. Non possono esistere in condizioni di inversione di velocità, contesto in cui, come con la sismica a rifrazione, si può solo giungere a interpretazioni errate.

Nei nostri rilievi le velocità di fase delle onde di Rayleigh  $V_R$  sono risultate tra 150 e 250 m/s alla frequenza  $f = 4$  Hz (Figura 4), il che corrisponde a lunghezze d'onda  $\lambda = V_R/f = (150-250)/4 = 37-62$  m. Ricordando che le onde di Rayleigh inducono il massimo spostamento a una profondità  $Z_{max}$  che è compresa tra  $1/3$  e  $1/2$  della lunghezza d'onda, ricaviamo una profondità di indagine  $Z_{max} \approx [\lambda/3, \lambda/2] \approx [12, 32]$  m, adeguata ai nostri scopi, dato che la liquefazione è un fenomeno che riguarda solitamente i primi 15 m di sottosuolo e che nel caso di studio è stata documentata a profondità inferiori agli 8 m.

Gli spettri di velocità di fase acquisiti nell'intera area sono decisamente chiari nell'intervallo di frequenze [4, 50] Hz, come si evince dagli esempi di Figura 4. Le relative curve di dispersione sono state raggruppate nelle 4 classi di suolo definite in Tabella 1 e i loro valori medi (e intervallo di confidenza) sono mostrati in Figura 5. Si osserva immediatamente che l'approccio geofisico non è in grado di separare le 4 classi di sottosuolo, come invece era riuscito alle indagini geotecniche (Figura 2). Le classi A e B, che comprendono i suoli sabbiosi liquefatti e non liquefatti, hanno esattamente la stessa distribuzione di velocità di fase mentre le prove CPT (Figura 2) suggerivano che esistesse una differenza tra le due classi: la classe A presentava sabbia tra 5 e 7 m. Le ragioni di questo limite di risoluzione/sensibilità tipico del metodo di prospezione geofisica sono discusse nella versione integrale in inglese del presente lavoro, cui si rimanda.

I suoli di classe D, caratterizzati da argille e limi nei primi 10 m, mostrano velocità di fase sensibilmente minori in tutto l'intervallo di frequenze considerato. I suoli di classe C, caratterizzati da sabbia a profondità maggiore di 8 m, mostrano velocità di fase confrontabili con quelle dei suoli D nella parte di alta frequenza degli spettri, che vanno crescendo verso i valori delle classi A e B nella parte in bassa frequenza. Questo andamento era atteso poiché normalmente  $V_R$  (e di conseguenza  $V_s$ ) cresce da argille a limi a sabbie, perlomeno in questo tipo di ambiente deposizionale. Tuttavia è forse la prima volta che questo fatto viene ben documentato in questa parte della Pianura Padana al punto che la distribuzione delle velocità

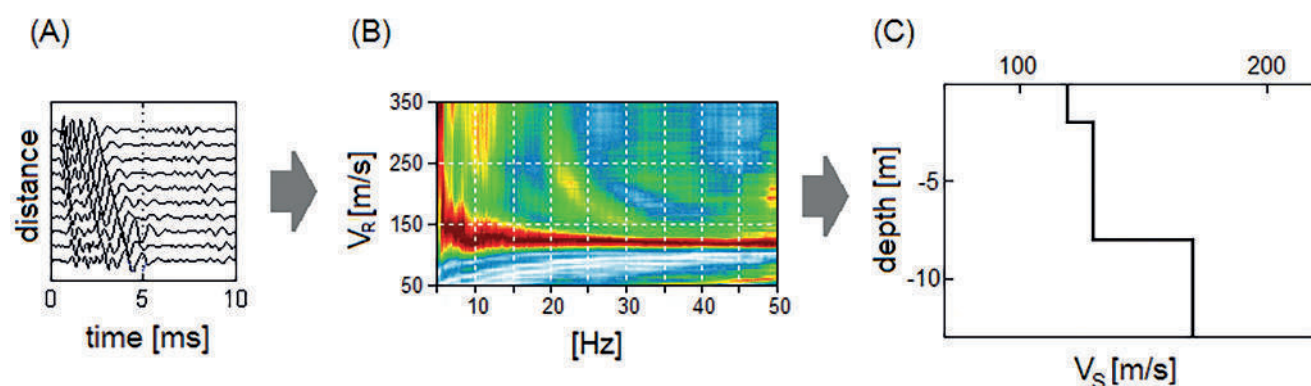


Fig. 3 - Diagramma di flusso delle indagini basate sull'analisi multicanale delle onde di superficie. A) Serie temporali registrate dai geofoni a distanza crescente dalla sorgente. B) Spettri di velocità di fase delle onde di Rayleigh. C) Modello di  $V_s$  proposto per il sito, la cui curva di dispersione teorica riproduce la parte di massima energia (toni di rosso) negli spettri del pannello B.

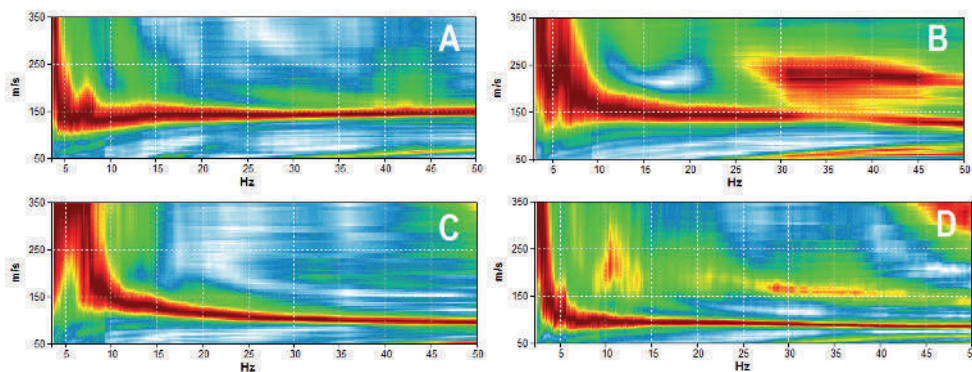


Fig. 4 - Un esempio di spettri di velocità di fase delle onde di Rayleigh per ciascuna delle 4 classi di sito definite nella Tabella 1.

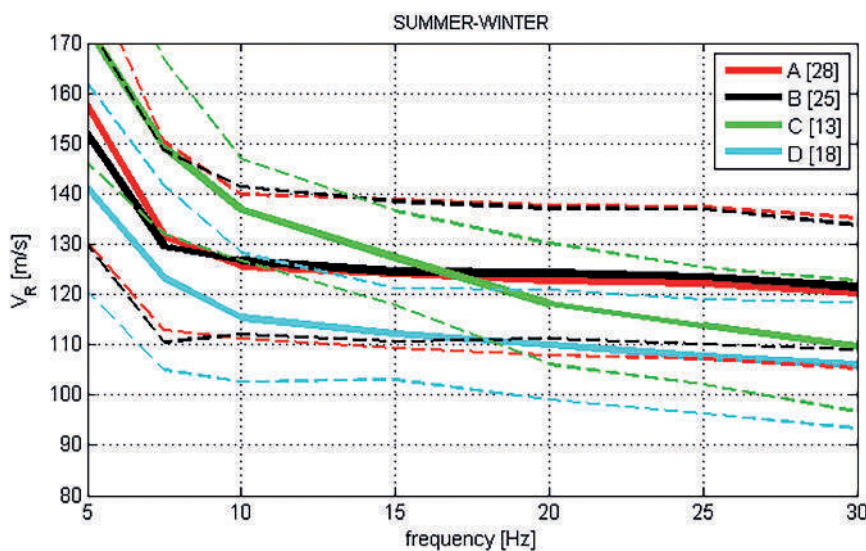


Fig. 5 - Curve di dispersione (media  $\pm$  deviazione standard) raggruppate nelle 4 classi di Tabella 1. Il numero di curve usate per ottenere la distribuzione di ciascuna categoria è riportato in parentesi quadra nella legenda.

di fase in quest'area geografica potrebbe essere usata come indicatore della stratigrafia superficiale. Notiamo che la differenza nei valori di  $V_s$  tra le classi di suolo (poche decine di metri al secondo) appare bassa in confronto alla variazione dei parametri delle prove CPT. Questo non deve sorprendere se si ricorda – come menzionato nella premessa – che  $V_s$  è proporzionale a  $\sqrt{\mu}$ . Poiché il passaggio che porta dallo spazio (frequenza,  $V_R$ ) (Figura 3B) allo spazio ( $V_s$ , profondità) (Figura 3C) è pieno di insidie e aggiunge incertezza, esso non sarà discusso in questa sede e continueremo a lavorare nel dominio (frequenza,  $V_R$ ).

### 3. Risultati

Le prime relazioni tra valori di  $V_s$  e potenziale di liquefazione dei sottosuoli descritte in letteratura erano basate su misure di laboratorio o in foro. Tentativi più recenti, come il citato Kayen et al. (2013), hanno introdotto le stime di  $V_s$  da analisi spettrali di onde di superficie (SASW) per il calcolo della capacità di resistenza del sottosuolo alla sollecitazione ciclica indotta da un terremoto (denominata  $V_{s1}$ ). Tale valore, insieme alla quantificazione della domanda sismica corretta per la durata dello scuotimento (cyclic stress ratio, CSR\*), costituisce il pa-

rametro di ingresso in grafici come Figura 6, in cui lo spazio è separato in aree di liquefazione e non liquefazione da curve che rappresentano diversi livelli di probabilità. Abbiamo calcolato tali parametri sulla base dei valori di riferimento dell'evento principale del 2012:  $a_{max} = 0.31$  g e  $M_w = 6.1$ . Gli altri parametri (profondità del livello di sabbia per il quale effettuare i calcoli, profondità della tavola d'acqua,  $V_s$  media dei suoli sovrastanti) erano noti in tutti i siti dalle prove penetrometriche, pozzi, sondaggi o prove geofisiche effettuate *ad hoc*.

I valori corretti CSR\* e  $V_{s1}$  per tutti i siti investigati sono riportati Figura 6. Si osserva immediatamente che i dati relativi ai siti in classe A e B (suoli sabbiosi liquefatti e non liquefatti) si distribuiscono in modo pressoché casuale intorno alla curva di probabilità  $P_L = 15\%$  (valore che corrisponde a un fattore di sicurezza 1.2) mentre i dati dei suoli in classe C (sabbie profonde) sono ben distinti e cadono nella zona di non liquefazione.

Notiamo inoltre che se volessimo includere sia i siti A che B nella zona della liquefazione, dovremmo operare secondo l'indice di probabilità  $P_L = 10^{-5}$ , che rappresenta un fattore di sicurezza enorme (linea a tratteggio in Figura 6). Proviamo a spiegare il motivo di tale insuccesso. Gli spettri di velocità di fase e le curve di dispersione (Figura 4, Figura 5) sono dati sperimentali con limitata

soggettività. Trasformare questi dati in profili di  $V_s$  per calcolare le coppie  $(CSR^*-V_{s1})$  richieste per le verifiche di liquefazione non è un processo univoco e richiede un grandissimo numero di assunzioni e correzioni (fattore di correzione per la durata del terremoto, fattore di correzione per l'influenza di sedimenti fini, calcolo degli sforzi efficaci, ecc.). Tutto questo sforzo non appare ripagato nel caso di questo studio e, in aggiunta ai motivi appena citati, c'è un'altra ragione per questo fallimento: i metodi basati sulle onde di superficie non hanno sensibilità sufficiente a caratterizzare in modo adeguato  $V_s$  di 2–4 m di sabbie potenzialmente coinvolte nel fenomeno di liquefazione a profondità maggiori di 4-5 m. Ribadiamo che il problema non risiede in prima istanza nei metodi  $(CSR^*-V_{s1})$  in sé ma nella difficoltà di determinare, a livello geofisico sperimentale in situ, tutti i parametri richiesti da questi metodi con sufficiente precisione. In particolare nel determinare  $V_{s1}$  dei soli orizzonti di interesse da prove multicanale a onde di superficie. Come controprova abbiamo calcolato il potenziale di liquefazione di tutti i siti indagati attraverso il metodo di resistenza alla punta CPT modificato per la presenza di fini,  $q_{c,1,mod}$  ( $CSR^*-q_{c,1,mod}$ ). I risultati sono mostrati in Figura 7 e suggeriscono che il metodo geotecnico abbia un potere predittivo maggiore sul potenziale di liquefazione (osserviamo una percentuale di errore inferiore del 20% adottando la curva di probabilità di liquefazione del 20%) rispetto ai metodi basati sulle onde sismiche di superficie. Dunque la geofisica è inutile rispetto ai problemi di liquefazione? Decisamente no. Le curve di dispersione delle onde di superficie, da sole (Figura 5) e prima di qualsiasi tentativo di inversione, possono ancora essere molto informative. Sulla base delle acquisizioni effettuate in quest'area della Pianura Padana proponiamo diversi 'livelli di guardia' rispetto al potenziale di liquefazione di un sottosuolo nei confronti del terremoto tipico di progetto ( $M_w \approx 6.1$ ) imposto della Norme Tecniche sulle Costruzioni (NTC, 2008) in questa parte di Italia per costruzioni standard. Lo schema che indica i livelli di cautela è dato in Figura 8. I limiti tra le classi - alta, media e bassa - significano che rispettivamente il 50, 30 e <5%, dei siti investigati che presentavano una curva di dispersione ricadente completamente al loro interno hanno sperimentato liquefazione durante il terremoto di  $M_w \approx 6.1$  del 2012 in condizioni di 'near field'. In generale, bassi valori di  $V_R$  in questo grafico corrispondono ad argille mentre le sabbie aumentano il valore di  $V_R$ . Una curva di dispersione che cada completamente nell'area grigia di Figura 8 indica con alta probabilità un sito con argille seguite da sabbie a profondità indicativamente maggiore di 8 m. Questa configurazione rappresenta un basso livello di suscettibilità alla liquefazione per il terremoto di riferimento di  $M_w \approx 6.1$ . Una curva che cada completamente entro l'area magenta indica un sito con sabbia potenzialmente liquefacibile per il terremoto di riferimento. In questo caso sono raccomandate ulteriori indagini, per esempio di

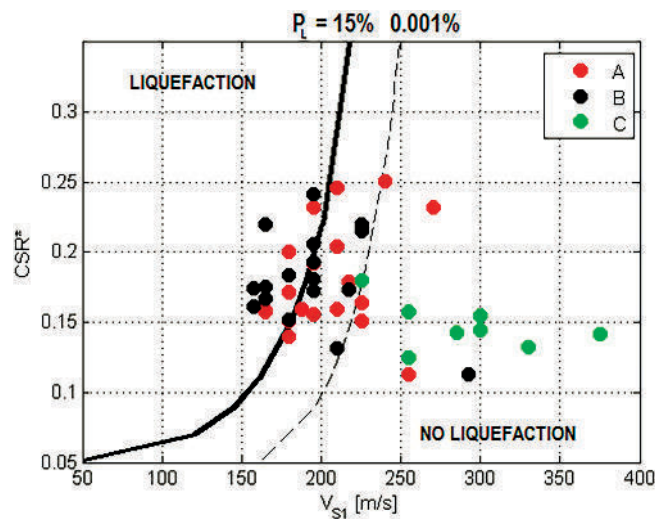


Fig. 6 - Rapporto di sforzo ciclico corretto ( $CSR^*$ ) contro velocità delle onde di taglio corretta ( $V_{s1}$ ) per i livelli sabbiosi studiati in questo lavoro. Le linee nere dividono lo spazio in zone di liquefazione e non liquefazione secondo diversi livelli di probabilità (15%, linea continua; 0.001%, linea a tratteggio, secondo le espressioni di Kayen et al., 2013).

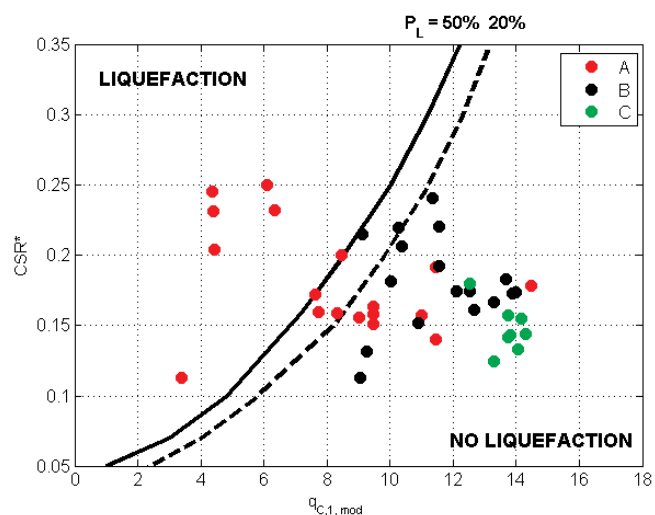


Fig. 7 - Rapporto di sforzo ciclico corretto ( $CSR^*$ ) contro resistenza alla punta da prova CPT corretta per la presenza di fini ( $q_{c,1,mod}$ ) per i livelli sabbiosi studiati in questo lavoro. Le curve nere indicano i livelli di probabilità di liquefazione di 50 e 20% probability of liquefaction (Moss et al., 2006). I dati sono normalizzati rispetto a un terremoto di riferimento di  $M_w = 7.5$  e  $\sigma'_v = 1 \text{ atm}$ .

tipo geotecnico CPT-STP.

Una curva che cada completamente entro l'area gialla inferiore ( $V_R < 110 \text{ m/s}$  nell'intervallo 10–30 Hz) indica con alta probabilità un suolo argilloso con basso potenziale di liquefazione. Una curva che cada interamente entro l'area gialla superiore ( $V_R > 150 \text{ m/s}$  nell'intervallo 10–30 Hz) indica un sito con sabbia densa nei primi 15 m, tendenzialmente meno prona alla liquefazione sotto il terremoto di riferimento. La discussione sovrastante si applica anche ai casi in cui un livello più rigido (come

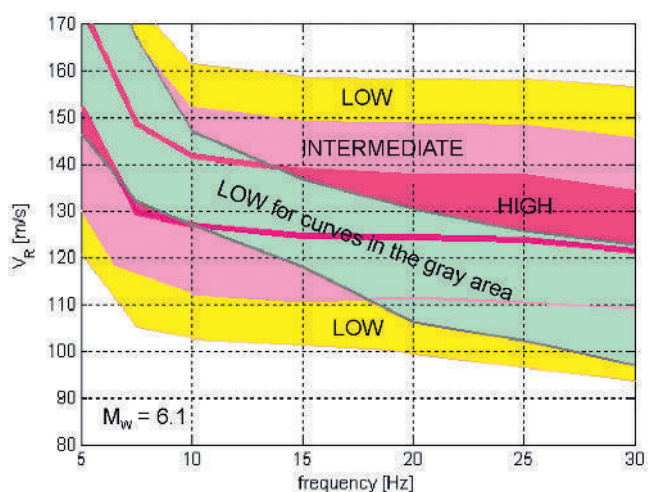


Fig. 8 - Livelli di cautela raccomandati nello stabilire il potenziale di liquefazione dei sottosuoli, basati sulle curve di dispersione delle onde di Rayleigh acquisite nell'area indagata. In generale, bassi valori di  $V_R$  in questo grafico indicano argille mentre la sabbia aumenta i valori di  $V_R$ . Una curva di dispersione che cada completamente all'interno dell'area grigia indica con alta probabilità un sito con argilla a bassa profondità, seguita da sabbia a profondità > 8 m. Questo rappresenta una bassa disposizione alla liquefazione per il terremoto tipico di progetto con  $M_w \approx 6.1$  impiegato per costruzioni standard in quest'area (NTC, 2008). Una curva che cada completamente nell'area magenta indica con grande probabilità un sito caratterizzato da sabbia potenzialmente liquefacibile. Ulteriori indagini sono raccomandate in questi siti, ad esempio basate sulle prove CPT-STP, per definire meglio il potenziale di liquefazione. Una curva che cada completamente nella parte gialla inferiore del grafico indica con alta probabilità un suolo argilloso con basso potenziale di liquefazione. Una curva che cada completamente nella parte gialla superiore del grafico indica tipicamente un sito con sabbie dense nei primi 15 m, meno prone alla liquefazione sotto il terremoto di riferimento.

per esempio argilla essiccata o coperture antropiche) sovrasti sabbie sciolte e sature. In questi casi la curva di dispersione potrebbe presentare valori di  $V_R$  maggiori in alta frequenza e potrebbe non riprodurre fedelmente i pattern descritti sopra ma rappresenterebbe ancora un suolo potenzialmente liquefacibile.

La maggior parte della curva di dispersione ricadrebbe comunque ancora entro i limiti di Figura 8, ad eccezione della parte in alta frequenza che potrebbe giacere sopra questi limiti. Lo schema classificativo appena descritto appare più efficace e più efficiente nel discriminare i suoli in cui siano richiesti ulteriori studi ai fini del potenziale di liquefazione rispetto all'approccio ( $CSR^* \cdot V_{s1}$ ), dove  $V_{s1}$  è calcolato per via geofisica da prove multicannale a onde di superficie. Va sottolineato comunque che l'approccio  $V_R$ -frequenza di Figura 8 è emerso dai risultati del presente studio e si applica all'area geografica descritta. Prima di essere esteso ad altre aree sono necessarie verifiche, calibrazioni e considerazioni geologico-tecniche sulla similitudine degli ambienti deposizionali e loro caratteristiche ai casi studiati in questo lavoro.

#### 4. Discussione e conclusioni

Il potenziale di liquefazione dei suoli viene normalmente studiato sulla base di metodi geotecnici (CPT, SPT, ecc.). Recentemente sono stati introdotti anche tentativi di stimarlo da metodi sismici di superficie che prevedono la misura della velocità delle onde di taglio  $V_s$ . Misurare  $V_s$  in foro o in laboratorio, quando sia possibile la raccolta di campioni indisturbati, ha il vantaggio di fornire risultati più accurati alle esatte profondità di interesse ma alle spese di costi elevati, di invasività e di significato solo puntuale, come per le prove geotecniche. Poter misurare  $V_s$  dalla superficie su aree vaste sarebbe una soluzione auspicabile. Nel 2013, Kayen et al. hanno proposto un metodo per stabilire il potenziale di liquefazione delle sabbie da misure di  $V_s$  di questo secondo tipo. Il set di dati usato includeva infatti un numero di misure di  $V_s$  ottenute da prove SASW.

In questo lavoro abbiamo verificato l'applicabilità delle prove moderne attive e passive multicannale a onde di superficie nella stima del potenziale di liquefazione. L'occasione è stata fornita dai due terremoti che hanno colpito la Pianura Padana nel maggio 2012, provocando estesi fenomeni di liquefazione. Usando le citate tecniche sismiche di superficie abbiamo investigato 84 siti in cui erano disponibili informazioni geologiche e geotecniche da metodi diretti (penetrometrie, sondaggi, ecc.). Sulla base delle informazioni geotecniche abbiamo raggruppato i siti studiati in 4 classi: A) suoli sabbiosi liquefatti; B) suoli sabbiosi non liquefatti; C) sabbie profonde; D) suoli argilloso-limosi. Le prove penetrometriche suggeriscono che in media i suoli A presentano sabbia dominante a 5–7 m di profondità (che è stato, nei fatti, lo strato liquefatto) mentre nei suoli B la sabbia domina a profondità minori. Le prove geofisiche hanno mostrato però che gli spettri di velocità di fase delle onde di Rayleigh discernevano solo 3 classi: i suoli di classe A e B risultavano completamente indistinguibili dal punto di vista sismico. Attraverso una serie di modelli numerici abbiamo mostrato che questo è dovuto ai limiti di risoluzione delle tecniche sismiche adottate, che rende invisibili livelli sabbiosi di 2-4 m e  $V_s$  poco maggiore degli strati sovrastanti, a profondità superiori a 4-5 m. Abbiamo applicato il metodo proposto da Kayen et al. (2013) per stabilire il potenziale di liquefazione della sabbie attraverso misure di  $V_s$  dalla superficie ma abbiamo trovato che esso fallisce nel caso di questo studio poiché i suoli in classe A e B risultano distribuiti completamente a caso nelle aree di liquefazione e non liquefazione. Un certo potere predittivo esiste invece per i suoli di classe C che rappresentano le sabbie profonde e cadono dell'area di non liquefazione.

L'approccio geotecnico per stabilire il potenziale di liquefazione basato sulla resistenza alla punta è risultato invece più affidabile.

La ragione per il fallimento dell'approccio sismico di superficie rispetto al problema del potenziale di lique-

fazione non è da ricercare in caratteristiche particolari della sabbie in quest'area di studio ma nella insufficiente sensibilità dei metodi basati sulle onde di superficie ai dettagli della stratigrafia necessari per questo tipo di studi (nonché al numero estremamente grande di assunti e parametri che stanno dietro approcci come - ma non solo - quello presentato da Kayen et al., 2013, che non sempre è possibile conoscere con sufficiente dettaglio).

In conclusione, sulla base di questo studio effettuato in una regione in cui  $V_{s1} = [150, 250]$  m/s, osserviamo che i metodi basati sulle onde di superficie (MASW, ReMi™, ESAC, SPAC e altri), che sono estremamente utili in una moltitudine di applicazioni, non hanno sensibilità sufficiente per essere usati come stimatori del potenziale di liquefazione di un suolo all'interno dello schema classico di 'domanda sismica' verso 'capacità di resistenza del suolo'.

Tuttavia, almeno nell'ambiente deposizionale oggetto del presente studio, osserviamo che la molto più semplice analisi degli spettri di velocità di fase delle onde di Rayleigh, prima di qualsiasi procedura di inversione (Figura 5), può essere usata per inferire la presenza di sabbie o argille. Sulla base dei risultati sperimentali abbiamo costruito un grafico ( $V_R$ -frequenza) che indica diversi livelli di 'attenzione nei confronti della liquefazione' (Figura 8). Sottolineiamo che il grafico è stato creato sulla base dei risultati ottenuti in questa precisa area geografica e che prima di essere usato in altri ambienti necessita ovviamente di verifica e/o ricalibrazione.

## Note e ringraziamenti

La versione integrale di questo lavoro è pubblicata in Castellaro S., Panzeri R., Mesiti F., Bertello L., 2015. A geophysical approach to liquefaction, *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, 77, 35-46, cui si rimanda per una discussione più approfondita. La versione integrale può essere richiesta agli autori via e-mail.

Ringraziamo Matteo Berti per aver proposto il caso di studio, Giuseppe Bertolini per le foto aeree sulle quali si è basata la scelta dei punti di indagine, Francesco Mulargia per le discussioni.

## Bibliografia

Bertolini G., Fioroni C., 2012. Aerial inventory of surficial geological effects induced by the recent Emilia earthquake (Italy): preliminary report, *Ann. Geophys.*, 55, 705-711.  
Castellaro S., 2015. The complementarity of H/V and dispersion curves, *Geophys.*, in stampa.  
Castellaro S., Panzeri R., Mesiti F., Bertello L., 2015. A geophysical approach to liquefaction, *Soil Dyn. Earthq. Eng.*, 77, 35-46.  
Di Manna P., Guerrieri L., Piccardi L. et al., 2012. Ground effects induced by the 2012 seismic sequence in Emilia: implications for seismic hazard assessment in the Po Plain,

*Ann. Geophys.*, 55, 697-703.

Emergeo Working Group, 2013. Liquefaction phenomena associated with the Emilia earthquake sequence of May-June 2012 (Northern Italy), *Nat. Haz.*, 13, 1-13.

Idriss, I.M., Boulanger, R.W., 2008. Soil liquefaction during earthquakes. Monograph MNO-12, Earthquake Engineering Research Institute, Oakland, CA, 261 pp.

Iwasaki T., Tokida K., Tatsuoka F., Watanabe S., Yasuda S., Sato H., 1982. Microzonation for soil liquefaction potential using simplified methods, in 3rd International Earthquake Microzonation Conference, Seattle, 1319-1330.

Kayali K., 1996. Soil liquefaction evaluation using shear wave velocity, *Eng. Geol.*, 44, 121-127.

Kayen R., Moss R.E.S., Thompson E.M., Seed R.B., Cetin K.O., Der Kiureghian A., Tanaka Y., Tokimatsu K., 2013. Shear-wave velocity-based probabilistic and deterministic assessment of seismic soil liquefaction potential, *J. Geotech. Geoenviron. Eng.*, 139, 407-419.

Lin P.S., Chang C.W., Chang W.J., 2004. Characterization of liquefaction resistance in gravelly soil: large hammer penetration test and shear wave velocity approach, *Soil Dyn. Earthq. Eng.*, 24, 675-687.

Louie J., 2001. Faster, better: Shear-wave velocity to 100 meters depth from refraction microtremor arrays: *Bull. Seism. Soc. Am.*, 91, 347-364.

Moss, R.E.S., Seed R.B., Kayen R.E., Stewart J.P., Der Kiureghian, Cetin, K.O., 2006. CPT-based probabilistic and deterministic Assessment of in situ seismic soil liquefaction potential, *J. Geotech. Geoenviron. Eng.*, 132, 1032-1051.  
Mulargia F., Castellaro S., 2013. A seismic passive imaging step beyond SPAC and ReMi™, *Geophysics*, 78, KS63-KS72.

Nazarian S., Stokoe K.H., 1984. In situ shear wave velocities from spectral analysis of surface waves, *Proc. 8th World Conf. on Earthq. Eng.*, vol. III, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ, 31-38.

NTC, 2008. Norme Tecniche sulle Costruzioni, D.M., 14/01/2008, Ministero delle Infrastrutture (Italy).

Ohori M., Nobata A., Wakamatsu K., 2002. A comparison of ESAC and FK methods of estimating phase velocity using arbitrarily shaped microtremor arrays, *Bull. Seism. Soc. Am.*, 92, 2323-2332.

Papathanassiou G., Caputo R., Rapti-Caputo D., 2012. Liquefaction phenomena along the paleo-Reno river caused by the May 20, 2012, Emilia (northern Italy) earthquake, *Ann. Geophys.*, 55, 735-742.

Park C.B., Miller R.D., Xia J., 1999. Multichannel analysis of surface waves, *Geophysics*, 64, 800-808.

Robertson P.K., 2009. Interpretation of Cone penetration tests - A unified approach, *Can. Geotech. J.*, 46, 1337-1355.

Tsuchida H., 1970. Prediction and Countermeasure Against the Liquefaction in Sand Deposits, Abstract of the Seminar in the Port and Harbor Research Institute (in Japanese).

Youd T.L., Idriss I.M., Andrus R.D., Arango I., Castro G., Christian J. T., Dobry R., Liam Finn W. D., Harder L. F. Jr., Hynes

M.E., Ishihara K., Koester J.P., Laio S.S.C., Marcuson W.F., Martin G.R., Mitchell J.K., Moriwaki Y., Power M S., Robertson P.K., Seed R.B., Stokoe li K.H. (2001) - Liquefaction resistance of soils: Summary report from the 1996 NCEER and 1998 NCEER/NSF workshops on evaluation of liquefaction resistance of soils, J. Geotech. Geoenviron.

Eng., 127, 817-833.

Zhou Y.G., Chen Y.M., 2007. Laboratory investigation on assessing liquefaction resistance of sandy soils by shear wave velocity, J. Geotech. Geoenviron. Eng., 133, 959-972.

# Ma la strada sta per caso muovendo-SI...?

a cura di dott. geol. Daniele Magagni

Nel 2007 sono stato coinvolto, in quanto Geologo dipendente della Provincia (con l'hobby delle riprese video), a fare delle riprese, sull'esplosione di un grosso ammasso roccioso, per documentare l'operazione di disgregazione di un'area di frana dell'Appennino Bolognese in adiacenza ad una strada comunale.

Accetto immediatamente l'invito, anche perché dal punto di vista professionale questa era una nuova interessante esperienza, inoltre ero già a conoscenza delle varie problematiche geologiche connesse al meraviglioso e fragile Contrafforte Pliocenico Bolognese.

Così la mattina del 18 aprile del 2007, in una bellissima e calda giornata primaverile, mi dirigo sul posto armato di una videocamera amatoriale con relativo cavalletto e di una macchina fotografica.

Il disgregazione tramite le cariche esplosive, avrebbe dovuto interessare un volume complessivo di materiale roccioso, mi sembra di ricordare di circa 300 – 400 metri cubi; questo, una volta fatte brillare le cariche esplosive, sarebbe poi collassato ai piedi della parete rocciosa immediatamente a monte della strada comunale, da un'altezza di circa 15 - 20 metri.

Al mio arrivo la strada era stata ovviamente chiusa al traffico e sbarrata nei due sensi di marcia, per circa mezzo chilometro prima e dopo la zona che sarebbe stata direttamente interessata dall'esplosione, in maniera da garantire ed evitare in questo modo, per tutto il tempo necessario al buon esito dell'operazione, eventuali rischi per la pubblica incolumità. Gli sbarramenti erano ovviamente presidiati da entrambe le parti da due pattuglie di Carabinieri.

Riesco a trovare una posizione interessante a circa 700 – 800 metri di distanza dall'ammasso pericolante. La distanza ritengo sia ottimale in tutti i sensi, inoltre il contrafforte essendo orientato più o meno verso sud, era tutto completamente illuminato da uno splendido e caldo sole.

Incomincio così con i preparativi necessari per la ripresa video, piazzando per prima il cavalletto con sopra la telecamera, poi faccio anche alcune prove per individuare la giusta inquadratura e la zoomata migliore. Una volta individuata la giusta inquadratura, spengo la telecamera ed aspetto con pazienza il fatidico momento.

Devo dire che ero un po' emozionato, anche perché mi stavo chiedendo come sarebbe stato il rumore dell'esplosione; tutto sommato non ero poi così lontano.

I minuti passano lenti, poi all'improvviso intorno alle



Foto dell'esplosione. La foto è stata poi utilizzata per la copertina della rivista "Il Geologo dell'Emilia Romagna" Anno VIII/2008 – N. 31

12,00 circa, quando oramai ero già in fibrillazione, ecco che si sente suonare una forte sirena, che avvisa che da lì a poco si sarebbero fatte brillare le cariche esplosive.

Faccio partire immediatamente la ripresa, poi prendo la macchina fotografica ed incomincio ad inquadrare la parete rocciosa, ed ecco il secondo suono della sirena e, dopo una decina di secondi ecco il terzo ed ultimo suono della sirena prima del forte boato.

L'aspetto effettivamente strano e bizzarro, se così si può definire, dell'osservazione di un'esplosione in diretta, in particolare quando poi è la prima volta che ti capita di vederla, è che quando sei ad una certa distanza di sicurezza (come nel mio caso), nel momento stesso dell'esplosione non si sente alcun rumore, fino a quando poi non arrivano improvvisamente le onde sonore; si vede la parete rocciosa che si sbriciola con un grosso sbuffo di fumo verso l'alto in silenzio e, poi circa un secondo dopo eccolo che arriva immediatamente il fortissimo BOOOOOM, che per un istante ti lascia lì perplesso e stupito.

Proseguo la ripresa per alcuni minuti ancora, fino a quando la polvere e il fumo non si sono dispersi, poi recupero tutta l'attrezzatura e mi dirigo velocemente verso lo sbarramento, per poi proseguire a piedi fino alla zona dell'accumulo del materiale collassato e rimosso dall'affioramento roccioso.

Il materiale disgiunto era veramente tanto, era arrivato perfino sopra alla sede viaria della strada comunale ed oltre; c'era della polvere un po' dappertutto, la pendice invece dove erano state piazzate le cariche era come se fosse stata tagliata da una lama; incredibile, veramente molto bravo l'artificiere. La strada mi accorgo, che era stata addirittura deformata dall'impatto a seguito della caduta del materiale roccioso.

Mentre sto eseguendo alcune riprese manualmente con la telecamera senza l'uso del cavalletto, che purtroppo avevo lasciato in macchina perché pensavo che non mi sarebbe più servito, sento degli strani scricchiolii... e rumori...

Sembrava che ci fosse qualcosa che si stesse rompendo, si sentivano ogni tanto degli strani suoni come di rami che si rompevano, però in realtà ad occhio nudo non si vedeva proprio un bel niente di niente, tutto era fermo ed all'apparenza immobile.

Mi viene improvvisamente un'idea, vado di corsa a recuperare il cavalletto che avevo lasciato in macchina e, dopo circa 15 minuti, dopo avere posizionato la telecamera sulla strada comunale a circa una ventina di metri dalla zona di accumulo del materiale rimosso dalla parete rocciosa, in una zona che ritengo sicura e fuori da un possibile movimento in atto, faccio immediatamente partire la ripresa. Decido di lasciare andare la ripresa fino a quando la batteria me lo consentirà. Alla fine, pensate un po', riesco ad effettuare un filmato di ben due ore e mezza di ripresa continua, fissa sulla stessa inquadratura. Durante le due ore e mezza non si percepisce alcun movimento in atto; gli scricchiolii che prima si udivano, dopo un po' non si sentono più. Forse, tutto sommato la mia sensazione era sbagliata. Nel tardo pomeriggio al mio ritorno a casa, dopo avere scaricato tutti i files sul pc, inizio a elaborare con un programma semiprofessionale il file che più m'interessava, quello cioè della ripresa continua e fissa sulla medesima inquadratura. Incomincio così a velocizzare la sequenza delle 2 ore e 30 minuti circa. L'operazione è lentissima, il pc infatti, lavora per quasi tutta la notte.

Il giorno dopo ad elaborazione conclusa, la ripresa delle 2 ore e 30 minuti circa era stata velocizzata al punto da avere un nuovo filmato della durata di soli 2 minuti e 30 secondi circa. Non vedo l'ora di vedere quello che era effettivamente successo e, se c'era stato quindi un movimento lento del versante come solo io avevo immaginato in quel momento.

Appena faccio partire il nuovo filmato accelerato l'effetto credetemi è stato straordinario, il versante era possibile vederlo veramente in movimento. Il movimento era fluido e in leggero rallentamento; un albero lo si vede spostare ed inclinare verso valle complessivamente di oltre 4 metri, un masso ciclopico invece lo si vede addirittura proprio rotolare a valle della strada; alcune persone che vanno ad una velocità supersonica e, che attraversano tutta la zona detritica passano addirittura sotto ad un albero che un po' alla volta si

piega proprio sopra di loro, senza che loro se ne accorgano minimamente. Con la velocizzazione del tempo si possono veramente osservare dei fenomeni che sarebbero impossibili anche solo pensarli.

Il filmato poi successivamente ho provveduto a montarlo con tutte le varie fasi, dall'esplosione, alla ripresa della zona di accumulo del materiale collassato, fino alla ripresa finale super velocizzata.

La strada, nel tratto interessato dall'accumulo del materiale collassato in seguito all'esplosione, il giorno dopo era tutta quanta franata verso valle. L'eccessivo sovraccarico avvenuto in maniera così istantanea e repentina, aveva fatto sì, che si innescasse un fenomeno franoso, non sicuramente prevedibile prima dell'operazione di disgiunto. Fu poi necessario, prima della riapertura al transito veicolare, eseguire un intervento di consolidamento di tutto il tratto franato. Ho poi saputo in seguito, che sotto la vecchia sede stradale, era presente un substrato argilloso sul quale scorreva dell'acqua sotterranea proveniente da infiltrazioni nella soprastante formazione arenacea del Pliocene. Questa particolare condizione geologica locale aveva certamente contribuito all'innescò della frana, frana questa certamente inaspettata e sicuramente non voluta.

Questa mia particolare esperienza, che ho ritenuto utile divulgare anche su suggerimento del Prof. Mario Ciabatti (mio prezioso mentore durante gli anni universitari e non solo), mi ha consentito di sperimentare che la velocizzazione di una ripresa video su una certa inquadratura mantenuta fissa, può fornire in maniera viva l'effettiva dinamica temporale anche di un movimento franoso molto lento come quello sopra raccontato. Credo che questa semplice ed economica tecnica, peraltro già ampiamente adottata per la realizzazione di grandi opere ingegneristiche (vedi ad esempio anche il recente sollevamento della nave della Costa Crociere "La Concordia"), possa essere utilizzata anche per il monitoraggio di fenomeni naturali quali le frane, tanto diversi tra loro per il tipo di movimento con cui si evolvono. L'utilizzo sul territorio di "webcam" o altro, con possibilità di registrazioni video o fotografiche, con tempi di scatto opportunamente cadenzati, può sicuramente fornire un'ulteriore ed efficace metodologia d'indagini mediante una visione diretta dei fenomeni geologici in atto, anche quando questi non sono percettibili dall'occhio umano.

Come sempre nella geologia, è il Fattore "TEMPO" a dettare le regole e oggi, con questi "non più nuovi strumenti tecnologici", se così posso definirli, è possibile in qualche modo variarlo e gestirlo, sia per scopi di studio e sia per scopi eventualmente, perché no, anche di protezione civile.

Buona visione...

Link per la visione e scarico del filmato:  
<https://youtu.be/Yv95M1Ye2Ts>



## Elenco delibere del Consiglio dell'OGER

## GENNAIO - GIUGNO 2015

Emanuele Emani | Segretario

## Verbale n. 1 del 16 Gennaio 2015

Delibera n. 1	Cancellazioni
Delibera n. 2	Trasferimenti

## Verbale n. 2 del 9 FEBBRAIO 2015

Delibera n. 3	Trasferimenti
Delibera n. 4	Cancellazioni
Delibera n. 5	Vidimazione parcella Dott. Corbelli Gabriele
Delibera n. 6	Elenco iscritti non in regola con l'APC
Delibera n. 7	Elenco iscritti non in regola col pagamento delle quote
Delibera n. 8	Consulta p.le Reggio Emilia - 27 febbraio
Delibera n. 9	Consulta p.le FC - RN - RA - 17 marzo
Delibera n. 10	Corso a Parma 11 - 18 - 23 marzo

## Verbale n. 3 del 20 FEBBRAIO 2015

Delibera n. 11	Consulta di Bologna-fine giugno
Delibera n. 12	Congresso dei geologi 2015 - Napoli
Delibera n. 13	Contributo Premio Illecito 2015
Delibera n. 14	Contributo convegno "Acque Sotterranee"
Delibera n. 15	Compenso avv. Alessandra Miscione

## Verbale n. 4 del 9 MARZO 2015

Delibera n. 16	Iscrizioni
Delibera n. 17	Cancellazioni
Delibera n. 18	Eventi formativi anno 2015
Delibera n. 19	Estensione copertura assicurativa al Consiglio

## Verbale n. 5 del 7 APRILE 2015

Delibera n. 20	Trasferimenti
Delibera n. 21	Cancellazioni
Delibera n. 22	Cancellazioni
Delibera n. 23	Convegno Ravenna "Adempimenti ambientali"
Delibera n. 24	Affidamento incarico per comunicati stampa alle ORME

## Verbale n. 6 del 4 MAGGIO 2015

Delibera n. 25	Convegno OGL: approvata la richiesta di contributo
----------------	--

## Verbale n. 7 del 25 MAGGIO 2015

Delibera n. 26	Vidimazione parcella dott. Chili Giuliano
Delibera n. 27	Vidimazione parcella dott. Chili Giuliano
Delibera n. 28	Vidimazione parcella dott. Chili Giuliano
Delibera n. 29	Sospensione per inadempimenti APC

## Verbale n. 8 del 30 GIUGNO 2015

Delibera n. 30	Approvazione bilancio consuntivo 2014
Delibera n. 31	Rinnovo incarico dott.ssa Parisi Annalisa
Delibera n. 32	Corso di geomorfologia sugli ammassi rocciosi 18/09/2015
Delibera n. 33	Creazione calendario interattivo per eventi APC
Delibera n. 34	Eventi "Elementi finiti in geotecnica" del 27/11/2015
Delibera n. 35	Corso di "Certificazione energetico"
Delibera n. 36	Segnalazioni bande e gare
Delibera n. 37	Rinnovo incarico Revisione Contabile triennio 2015 - 2017

## Comunicazione nuovo sito dell'Ordine dei Geologi dell'Emilia-Romagna

*Gentili Iscritti,*

dopo una gestazione piuttosto lunga, il nuovo SITO OGER è finalmente operativo, siamo *online* esclusivamente all'indirizzo [www.geologiemiariomagna.it](http://www.geologiemiariomagna.it).

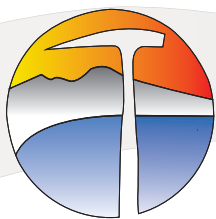
Nella nuova versione del sito sono molte le novità tra le quali la pagina della **rassegna stampa**, le news, dalle consulte e le **FAQ** che speriamo possano essere di utilità per tutti gli iscritti.

Inoltre, abbiamo predisposto un **calendario dei corsi e convegni organizzati ed accreditati da OGER**, nel quale, per ciascun corso, oltre al programma ed alla scheda di iscrizione verrà inserito lo stato della richiesta di accreditamento, il numero di crediti richiesti e confermati, oltre all'eventuale codice evento attribuito dal CNG. Pensiamo che questo strumento sarà utilissimo per gli iscritti sia per la pianificazione dell'attività formativa, sia per il riepilogo dei crediti a fine triennio.

Per quanto riguarda l'**area riservata**, contenente materiale tecnico di corsi e convegni, gli username e le password di accesso rimangono invariate.

Ricordiamo che il sito è l'unico strumento istituzionale dell'Ordine dei Geologi dell'Emilia-Romagna presente sul web e che al momento non siamo presenti sui social network con pagine ufficiali.

Speriamo che il nuovo sito possa essere uno strumento utile per tutti e vi invitiamo a consultarlo periodicamente per visionare le novità e le comunicazioni di OGER.



CONGRESSO  
NAZIONALE  
dei GEOLOGI  
ITALIANI

NAPOLI 28 - 29 - 30 APRILE 2016

## La geologia che verrà il mercato, l'università e le proposte di legge

Organizzato dagli Ordini Regionali e dal Consiglio Nazionale è il Congresso di tutti i geologi italiani. E' rivolto soprattutto al mondo esterno, alle istituzioni ed alla politica, con il fine di costruire rapporti e sinergie tra mercato, università ed opportunità di lavoro. A tal fine sono stati istituiti 12 tavoli tecnici che svilupperanno documenti programmatici e proposte normative da inserire nelle agende politiche sui seguenti temi: Disseti ed alluvioni, Rischio sismico, Risorsa acqua, Attività estrattive, Geotermia e rinnovabili, Università, Pianificazione, Bonifiche siti inquinati e discariche, Protezione civile, Provvisione e società, Progettazione geologica e progettazione geotecnica, Geositi & Geoturismo. Il terzo giorno è prevista un'escursione geologica.

[www.congressonazionalegeologiitaliani.it](http://www.congressonazionalegeologiitaliani.it)



Ordine dei Geologi Regione Emilia-Romagna

Bologna, 30 ottobre 2015  
Prot. N. 0372/2015

**Cortese attenzione**  
**Iscritti all'Ordine dei Geologi dell'Emilia-Romagna**

Oggetto: Controllo del Consiglio OGER sulle gare d'appalto pubbliche

Gentili Colleghi,

il controllo del consiglio OGER sulle gare d'appalto pubbliche è improntato alla verifica della loro completa regolarità, affinché la professione del geologo sia tutelata in tutti i suoi aspetti. La richiesta di sospensione in autotutela viene deliberata qualora non siano rispettate tutte le procedure che regolamentano le gare d'appalto, per la fornitura di servizi attinenti l'architettura e l'ingegneria.

Le gare d'appalto per l'affidamento di servizi attinenti la progettazione di qualsiasi livello (propedeutica, preliminare, definitiva) sono disciplinate da:

- D.Lgs. n° 163 del 12 aprile 2006 (Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE) (nel seguito, codice);
- D.P.R. n° 207 del 5 ottobre 2010 (nel seguito, regolamento);
- D.L. del ministero di Giustizia n° 143 del 31 ottobre 2013 (regolamento per la determinazione del corrispettivo da porre a base di gara nelle procedure di affidamento di contratti pubblici dei servizi relativi all'architettura ed ingegneria) (nel seguito, regolamento parametri);
- Determina n° 4, del 25 febbraio 2015 del Consiglio dell'Autorità Nazionale Anticorruzione (Linee guida per l'affidamento di servizi attinenti all'architettura e all'ingegneria) (nel seguito, linee guida).

In tutti questi documenti si fa riferimento a servizi relativi all'architettura ed ingegneria, ma essi disciplinano tutte le attività professionali che concorrono alla progettazione.

Nel **codice** l'articolo d'interesse è il 91 il quale:

- Al comma 1 stabilisce principi e regole per l'affidamento degli appalti di importo superiore a 100.000 euro.
- Al comma 2 stabilisce principi e regole per l'affidamento degli appalti di importo inferiore a 100.000 euro.
- Al comma 3 prevede che per gli affidamenti di progettazione tecnica non è possibile avvalersi del subappalto.

Per il dettaglio si rimanda al testo del codice, ma preme risaltare in specifico quanto disposto dai commi 2 e 3.

Comma 2 appalti di importo inferiore a 100.000 euro

Impone di rispettare il principio di non discriminazione, parità di trattamento, proporzionalità e trasparenza. Devono essere invitati almeno cinque concorrenti con una selezione nel rispetto di concorrenza e rotazione. Gli incarichi di importo a base di gara inferiori a 40.000 euro possono essere affidati direttamente dal responsabile del procedimento, per tanto senza bando di gara.

Comma 3 subappalto

Dispone che in tutti gli affidamenti relativi all'art. 91 l'affidatario non può avvalersi del subappalto con specifica menzione della relazione geologica, fatta eccezione per le attività di supporto alla progettazione quali: indagini geologiche, geotecniche e sismiche, a sondaggi, a rilievi e misurazioni e picchettazioni e alla predisposizione di elaborati specialistici e di dettaglio.

Il **regolamento** negli art.268 e 269 indica che non può essere richiesta alcuna cauzione, provvisoria o definitiva, per partecipare ad una gara d'appalto avente per oggetto la redazione della progettazione e del piano di sicurezza e coordinamento, in sintesi la stazione appaltante può chiedere al progettista soltanto il possesso di polizza assicurativa per la responsabilità civile e professionale.

Il **regolamento parametri** è lo strumento per la definizione degli importi da porre a base di gara a cui la stazione appaltante deve fare riferimento e che è valido per tutte le attività professionali. E' vincolante che il corrispettivo determinato con il regolamento parametri non deve essere maggiore di quello derivante dall'applicazione delle tariffe professionali vigenti prima dell'entrata in vigore del regolamento parametri stesso (comma 4 art.1 D.L. 143/2013). Si precisa che con questo regolamento si stabilisce un importo a base di gara il quale nell'espletamento della stessa potrà essere sottoposto a ribasso. Si tratta di una differenza sostanziale rispetto alle "passate tariffe professionali", con le quali vigeva il minimo inderogabile.

Le linee guida (ANAC) costituiscono il documento di riferimento per la predisposizione delle gare per l'affidamento di servizi relativi all'architettura e all'ingegneria. Riportano ed interpretano il codice, il regolamento ed il regolamento parametri. Nello specifico indicano la corretta applicazione di quest'ultimo con l'esplicita citazione che è obbligatoria la sua applicazione.

I documenti di riferimento seguenti sono pubblicati sul sito dell'OGER

<http://www.geologiemiariomagna.it/ordine/attivita-del-consiglio/>

- Estratto articolo codice
- Estratto articoli regolamento
- Regolamento parametri
- Determina n° 4 ANAC

Il Presidente  
Dott. Geol. Gabriele Cesari





Ordine dei Geologi Regione Emilia-Romagna

Spett.li Enti  
Al Presidente della Regione Emilia-Romagna  
Ai Presidenti delle Province dell'Emilia-Romagna  
All' ANCI Emilia-Romagna  
Ai Sindaci dei Comuni dell'Emilia-Romagna  
Alle Procure della Repubblica dell'Emilia-Romagna  
Ai Tribunali Civili e Penali dell'Emilia-Romagna  
Alle Arpa dell'Emilia-Romagna  
Alle Unioni di Comuni dell'Emilia-Romagna  
Alle Comunità Montane dell'Emilia-Romagna  
A URBER Consorzi di Bonifica dell'Emilia-Romagna  
All' Autorità di bacino del Po  
All' Autorità di bacino del Reno  
All' Autorità di bacino Marecchia Conca  
All' Autorità di bacini Regionali Romagnoli  
Direzione Ambiente e  
Difesa Suolo Regione Emilia-Romagna  
All' Agenzia Regionale Protezione Civile  
Alle ACER Azienda Casa Emilia-Romagna  
Alle Università Scienze Geologiche dell'Emilia-Romagna  
Alle Università Agrarie dell'Emilia-Romagna  
Alle Soprintendenze  
All' ANAS, compartimento dell'Emilia-Romagna  
Alle ATO  
A HERA Emilia-Romagna  
  
e p.c. CNG  
ANAC  
Iscritti all' Ordine dei Geologi dell'Emilia-Romagna  
Ordini regionali dei Geologi  
Ordini provinciali degli Ingegneri  
Ordini provinciali degli Architetti  
Pianificatori, Paesaggisti  
Collegi provinciali dei Geometri e Geometri  
Laureati  
Ordini provinciali dei Dottori Agronomi e  
Dottori Forestali  
Collegi provinciali dei Periti Industriali e dei  
Periti Industriali Laureati

Bologna, 10 luglio 2015  
Prot. N. 0307/2015

Trasmissione via e-mail e via PEC

**Oggetto:** Esercizio abusivo della professione e suggerimenti in materia di incarichi professionali

Con la presente si informano le SSLL che, a seguito delle ripetute segnalazioni pervenute allo scrivente Ordine, risulta che alcuni soggetti, cancellati o sospesi dal nostro Albo, mai iscritti o addirittura iscritti ad altri Ordini professionali, quindi non titolati a svolgere la professione di Geologo, abbiano esercitato in maniera abusiva la professione stessa, incorrendo pertanto nella fattispecie di cui all'art. 348 del Codice Penale.

Si invitano pertanto le Amministrazioni in indirizzo a verificare sempre che i tecnici geologi ai quali intendono affidare incarichi siano regolarmente iscritti agli Albi degli Ordini Regionali dei Geologi della Repubblica Italiana, e che non risultino sospesi, in quanto diversamente potrebbero incorrere nell'ipotesi di concorso di reato, di cui all'art. 110 del Codice Penale.

Per quanto attiene l'Ordine dei Geologi dell' Emilia-Romagna l'elenco dei professionisti regolarmente iscritti è consultabile al seguente link: <http://www.geologiemiariomagna.it/professione/albo-2/>.

Parimenti dovrà essere cura delle Amministrazioni in indirizzo verificare la natura dell'incarico, al fine di non affidare lo stesso a soggetti non titolati, non iscritti od iscritti ad altri ordini professionali. A tal proposito si ricorda che l'art. 91 – comma 3 – del D. Lgs. 163/06 statuisce la non sub-appaltabilità della relazione geologica; pertanto, la prassi consolidata di conferire ad altri progettisti (ingegneri, architetti, geometri, ecc.) l'incarico per le loro prestazioni professionali, includendo in queste anche la possibilità da parte degli stessi incaricati di avvalersi di un geologo di propria fiducia, si pone in netto contrasto con la normativa vigente. Quindi, nell'affidamento degli incarichi di progettazione per opere pubbliche, nelle tre fasi previste, preliminare, definitiva ed esecutiva, che prevedono anche lo svolgimento di attività professionali affidate alla competenza del geologo (relazione geologica di cui al § 6.2.1 delle NTC08, relazione geotecnica sulle indagini di cui al § 6.2.2 delle NTC08 e relazione di modellazione sismica di cui al § 3.2 delle NTC08), il mancato affidamento diretto a geologo dello specifico incarico e/o la mancata previsione nel bando di gara di partecipazione diretta del geologo nel raggruppamento di professionisti partecipante alla selezione, si configurano come violazione delle norme in materia di progettazione di interventi pubblici e prefigurano il rischio del ricorso al sub-appalto della relazione geologica, ovvero lo svolgimento di attività di competenza del geologo da parte di altri soggetti non titolati.

Preme richiamare l'attenzione anche sui contenuti della Determinazione n. 4 del 25 febbraio 2015 dell'Autorità Nazionale Anticorruzione contenente le nuove linee guida sui servizi di architettura e ingegneria. In tale Determinazione l'ANAC evidenzia la necessità che le procedure di affidamento siano tese a selezionare progetti di qualità (e – coerentemente – studi ed indagini geologiche di qualità), preferibilmente mediante l'applicazione del criterio dell'offerta economicamente più vantaggiosa – da considerarsi il sistema di riferimento per l'affidamento dei servizi di ingegneria ed architettura – ed il rispetto dei parametri fissati nel decreto ministeriale 143/2013.

Infine, con l'occasione si evidenzia un'altra situazione gravemente anomala segnalataci da alcuni iscritti relativa a pratiche di edilizia privata: in alcuni casi si riscontra che la medesima relazione geologica sia "utilizzata" per diversi progetti. Pertanto, si richiama l'attenzione degli organi in indirizzo e dei rispettivi funzionari, sulla necessità di accettare elaborati geologici, a corredo della documentazione progettuale, soltanto se firmati e timbrati in originale dal Geologo incaricato, nonché di accertarsi che la medesima relazione sia attinente al progetto di cui fa parte.

Certi di un sollecito riscontro alla presente, l'Ordine dei Geologi dell'Emilia-Romagna esprime la propria totale disponibilità a collaborare, nell'espletamento delle proprie funzioni di terzietà e sussidiarietà con le Pubbliche Amministrazioni, nonché per la contemporanea tutela dei diritti dei propri iscritti, della pubblica incolumità e nel rispetto delle Leggi della Repubblica italiana, riservandosi comunque di rivolgersi alle sedi competenti nel caso in cui dovessero ravvisarsi ipotesi di reato in relazione a quanto in precedenza esposto.

Cordiali saluti

Il Presidente  
Dott. Geol. Gabriele Cesari



Bologna, 29 giugno 2015  
Prot. N. 0298/2015

Trasmissione via PEC

Spett.li Enti  
Al Presidente della Regione Emilia-Romagna  
All'Assessore al riordino istituzionale al bilancio,  
risorse umane e pari opportunità  
Regione Emilia-Romagna  
c.a. Emma Petitti  
All'Assessore alla difesa del suolo e della costa,  
protezione civile e politiche ambientali  
e della montagna, Regione Emilia-Romagna  
c.a. Paola Gazzolo  
Al Sindaco della Città Metropolitana di Bologna  
Ai Presidenti delle Province dell'Emilia-Romagna  
Ai Sindaci dei Comuni dell'Emilia-Romagna  
Alle Unioni dei Comuni dell'Emilia-Romagna  
All' ARPA dell'Emilia-Romagna  
e p.c.  
Iscritti all'Ordine dei Geologi dell'Emilia-Romagna

Oggetto: valorizzazione dei geologi dipendenti nelle Pubbliche Amministrazioni in Emilia-Romagna

Spett.li Enti in indirizzo,

come noto, in questo momento è in atto la revisione del sistema della Pubblica Amministrazione nella nostra Regione, in conseguenza degli atti governativi di modifica degli enti locali (e riordino delle Province) di importante impatto per la vita e le attività dei cittadini. In questo contesto riteniamo utile richiamare l'attenzione sulla figura del geologo, di piccola rilevanza se consideriamo i numeri, ma di grande importanza per le attività e le competenze che svolge all'interno del sistema pubblico.

La Regione Emilia Romagna - particolarmente interessata da problematiche di dissesto idrogeologico, idraulico, sismico e delle costa - è dotata di un'Agenzia Regionale di Protezione Civile e da Servizi Tecnici che operano nell'ambito della sicurezza territoriale in coordinamento con le strutture tecniche degli altri Enti territoriali (in primis le Province), concorrendo a formare un sistema di governo del territorio certamente avanzato nel panorama nazionale. In tale sistema operano numerosi geologi che spesso rappresentano un'eccellenza in termini di conoscenze e competenze. Osserviamo tuttavia, che a livello di amministrazioni comunali le competenze geologiche non sempre sono altrettanto sviluppate e ciò - a nostro avviso - crea una lacuna significativa per il necessario confronto tra i territori e la Regione.

Il progetto di Legge "Riforma del sistema di governo regionale e locale" è stato recentemente approvato dalla Giunta della Regione Emilia-Romagna, dopo la sottoscrizione di un nuovo patto interistituzionale tra Regione e Istituzioni locali (Città metropolitana di Bologna, Province e Comuni) e dovrà passare all'esame dell'Assemblea legislativa. Il testo prevede una ridistribuzione del personale per competenze e ruoli all'interno delle Province, dei Servizi Tecnici di Bacino e degli altri Servizi Regionali.

Ordine dei Geologi della Regione Emilia-Romagna Via Guerrazzi, 6 - 40125 BOLOGNA - Tel: 051/2750142 Fax: 051/6561872  
[www.geologi.emilia-romagna.it](http://www.geologi.emilia-romagna.it).

Stante quanto sopra l'**Ordine dei Geologi della Regione Emilia-Romagna** intende porre l'accento sulla necessità di valorizzare la figura del **geologo** all'interno delle Pubbliche Amministrazioni Comunali (o Unione dei Comuni), quale figura fondamentale per la prevenzione del dissesto idrogeologico, per la pianificazione territoriale, per la corretta edificazione in territorio sismico e a rischio idrogeologico, per la valutazione degli interventi necessari sul territorio, oltre che nell'ambito della Protezione Civile. Ciò allo scopo di rafforzare le stesse Amministrazioni Pubbliche delle competenze fondamentali per la prevenzione dei rischi territoriali.

Siamo convinti che la valorizzazione del ruolo del **geologo** nella Pubblica Amministrazione permetterebbe di sostenere le competenze e i compiti fondamentali per la prevenzione del territorio, soprattutto se coadiuvato e supportato dai tanti geologi professionisti operanti sul territorio. Ci preoccupa che possa andare disperso o scarsamente valorizzato, in questi passaggi, un patrimonio di conoscenza e di competenza del sistema territoriale che si era formato tra gli Enti che fin qui hanno operato.

Ci rendiamo dunque disponibili fin d'ora a portare il nostro contributo al dibattito in corso relativo al riordino del sistema di governo regionale e locale, anche attraverso un coinvolgimento diretto, perché si possa tendere ad un sistema più efficiente per affrontare le problematiche esistenti su un tema così rilevante qual è quello della sicurezza territoriale.

Cordiali saluti

Il Presidente  
Dott. Geol. Gabriele Cesari





Ordine dei Geologi Regione Emilia-Romagna

Ordine dei Geologi della Regione Emilia-Romagna - via Guerrazzi, 6 – 40125 Bologna  
tel:051/2750142 Fax 051/6561872 - www.geologiemiiliaromagna.it

Comunicato stampa

**ALLUVIONE A PIACENZA, L'ALLARME DEI GEOLOGI**  
**"SERVONO MAGGIORE PREVENZIONE E CULTURA DEL RISCHIO"**

*Cesari, presidente dell'Ordine regionale: "Non si parli di eccezionalità, il problema è urbanistico"*

*Il segretario Emani: "Un evento naturale diventa catastrofico in assenza di programmazione"*

(Bologna, 15 settembre 2015) – Di fronte all'ennesima tragedia causata da alluvioni e frane, è arrivato il momento di parlare il linguaggio della verità. Ne è convinto l'**Ordine dei Geologi dell'Emilia-Romagna** che dopo le sconvolgenti notizie arrivate dalle province di Piacenza e Parma, con l'esondazione dei fiumi Nure e Trebbia e del torrente Ceno che hanno causato un morto e due dispersi oltre a ingenti danni, interviene con parole inequivocabili sul tema del dissesto idrogeologico. "Ci vuole coraggio a parlare ancora di eventi eccezionali, quanto accaduto si ripeterà presto anche in altre città" dichiara **Gabriele Cesari**, presidente dell'Ordine regionale, ricordando come "questa sia l'ennesima alluvione che interessa la nostra regione negli ultimi mesi dopo Secchia, Panaro, Santerno, Baganza, Bevano e Savio". "I cambiamenti climatici – continua – proporranno certamente nuovi eventi meteorici intensi come quello di domenica. Un geologo lo deve sapere bene, perciò chi parla di manutenzione e pulizia degli alvei non individua il nocciolo della questione". Il problema, secondo Cesari, è infatti "principalmente urbanistico", soprattutto "in un Paese che da decenni consuma 8 metri quadrati di suolo al secondo, e l'Emilia-Romagna è ai primi posti in questa classifica di demerito". C'è però un altro aspetto che coinvolge la categoria: "Tutte le nostre città – dichiara Cesari - hanno avuto espansioni e insediamenti in ogni parte del territorio, comprese rischiose aree adiacenti a fiumi e torrenti; in questo processo sono stati complici anche alcuni colleghi geologi consulenti di amministrazioni favorevoli a speculazioni spregiudicate o funzionari di enti di controllo troppo compiacenti verso 'amministrazioni amiche'". Cesari sa di pronunciare parole dure, ma è convinto che "se non diciamo la verità non possiamo capire come affrontare il problema". "Gli stanziamenti di fondi per la prevenzione – incalza - sono molto più lenti della piena dei fiumi, oltre che degli annunci, e soprattutto sono sempre più inadeguati per prevenire queste catastrofi, mentre aumentano le risorse necessarie per riparare i danni sempre più ingenti". Alla Regione il presidente dell'Ordine dei Geologi emiliano-romagnoli chiede "coraggio e decisione nell'adozione di misure per contrastare il consumo irragionevole di suolo, politiche serie a favore della riqualificazione e rigenerazione delle città e dei territori, incentivi forti per la delocalizzazione di aree ad elevato rischio di dissesto". L'occasione è "la riforma delle legge regionale urbanistica". Un modello da cui partire per Cesari c'è: la Toscana e la sua legge regionale 65 del 2014.

Dal canto suo, **Emanuele Emani**, segretario dell'Ordine dei Geologi dell'Emilia-Romagna e piacentino, rileva come quello che si è verificato in Valtrebbia e in Valnure "era già accaduto negli anni passati nella provincia di Piacenza". "Abbiamo più volte evidenziato – dichiara - come le caratteristiche del nostro Appennino lo rendano particolarmente vulnerabile a questi eventi: infatti la provincia di Piacenza risulta essere in regione tra quelle con più eventi franosi. Quello che abbiamo osservato tra il 12 e il 13 settembre rappresenta un fenomeno che ormai si presenta fin troppo ripetutamente per considerarlo evento eccezionale, per cui appare necessario sensibilizzare la popolazione anche a mantenere quegli atteggiamenti che permettono di evitare la perdita di vite umane".

Per ridurre il rischio geologico, Emani richiama elementi come "una corretta pianificazione urbanistica, una legislazione chiara e senza confusione di competenze, monitoraggio degli interventi da eseguire durante i periodi di calma e verifica delle zone critiche, realizzazione degli interventi anche adottando soluzioni che permettono di assorbire l'onda di piena (ad esempio vasche di laminazione), manutenzioni programmate e continue ed infine un'adeguata cultura fin dalle scuole, come già avviene in altri Stati". D'altronde, ragiona il segretario dell'Ordine, "un evento naturale diventa catastrofico se manca la consapevolezza e se non sono state adottate tutte le misure, ancora una volta culturali prima che materiali, finalizzate alla riduzione del danno. Non è possibile limitare i fenomeni di dissesto più devastanti, bisogna convivere con essi attraverso una regolare manutenzione e programmazione, con il divieto assoluto di costruire in zone a rischio". In conclusione, Emani ritiene che le parole del presidente della Regione Emilia-Romagna, **Stefano Bonaccini** e dell'assessore alla Difesa del suolo, **Paola Gazzolo**, siano "di buon auspicio in quanto evidenziano una sempre maggiore sensibilità verso la mitigazione del rischio idrogeologico". Tuttavia, "dalle parole si deve passare ai fatti attraverso interventi adeguati e opportunamente valutati, garantendo tempistiche corrette per la messa in sicurezza del territorio".

Ufficio stampa Ordine dei Geologi dell'Emilia-Romagna  
mail: ufficiostampageologier@gmail.com

Link rassegna stampa:  
<http://piacenzanight.com/sezione-notizie-articolo.asp?cod=0016730>

[http://www.piacenzasera.it/app/document-detail.jsp?id\\_prodotto=61086](http://www.piacenzasera.it/app/document-detail.jsp?id_prodotto=61086)

<http://www.meteoweb.eu/2015/09/alluvione-a-piacenza-lallarme-dei-geologi-quanto-accaduto-si-ripetera-presto-anche-in-altre-citta/502797/>

<http://www.4live.it/2015/09/lallarme-dei-geologi-quanto-accaduto-a-piacenza-si-ripetera-presto-anche-in-altre-citta/>

<http://www.parmaquotidiano.info/2015/09/15/geologi-alluvioni-disastrose-colpa-del-troppo-cemento/>

<http://www.greenreport.it/news/clima/alluvione-a-piacenza-i-geologi-quanto-accaduto-si-ripetera-presto-anche-in-altre-citta/>

<http://www.liberta.it/2015/09/15/alluvione-ancora-nessuna-traccia-dei-due-dispersi-ricerche-riprese/>

<http://www.ilgiornaledellaprotezionecivile.it/?pg=1&idart=16358&idcat=3>

<http://www.ilpiacenza.it/cronaca/alluvione-i-geologi-serve-maggiore-prevenzione.html>

[http://www.ansa.it/sito/notizie/cronaca/2015/09/12/maltempo-allagamenti-e-interventi-in-tutta-genova.-forti-pioggie-nel-piacentino\\_a8110618-fb6f-43ca-8cd9-9173f5a170a4.html](http://www.ansa.it/sito/notizie/cronaca/2015/09/12/maltempo-allagamenti-e-interventi-in-tutta-genova.-forti-pioggie-nel-piacentino_a8110618-fb6f-43ca-8cd9-9173f5a170a4.html)

[http://it.geosnews.com/p/it/emilia-romagna/pc/alluvione-i-geologi-serve-maggiore-prevenzione\\_7887767](http://it.geosnews.com/p/it/emilia-romagna/pc/alluvione-i-geologi-serve-maggiore-prevenzione_7887767)

<http://www.blueplanetheart.it/2015/09/15/alluvione-di-piacenza-comunicato-stampa-dei-geologi-basta-parlare-di-eventi-eccezionali-succedera-di-nuovo/>

<http://www.romagnagazzette.com/2015/09/15/piacenza-alluvione-lallarme-dei-geologi-servono-maggiore-prevenzione-e-cultura-del-rischio/>

[http://www.geologi.info/news/ambiente-e-territorio/alluvione-a-piacenza-i-geologi-serve-coraggio-contro-il-consumo-di-suolo/?utm\\_source=rss&utm\\_medium=Sendible&utm\\_campaign=RSS](http://www.geologi.info/news/ambiente-e-territorio/alluvione-a-piacenza-i-geologi-serve-coraggio-contro-il-consumo-di-suolo/?utm_source=rss&utm_medium=Sendible&utm_campaign=RSS)

<http://parmareporter.it/alluvione-di-piacenza-lallarme-dei-geologi-serve-maggiore-prevenzione/>

[http://www.ansa.it/emiliaromagna/notizie/2015/09/14/maltempo-piacenzatrovato-corpo-vittima\\_2507fc15-ac83-43e9-b13c-40cf-09df7eff.html](http://www.ansa.it/emiliaromagna/notizie/2015/09/14/maltempo-piacenzatrovato-corpo-vittima_2507fc15-ac83-43e9-b13c-40cf-09df7eff.html)

Enzo Boschi su Twitter cita l'Ordine OGER:







Ordine dei Geologi Regione Emilia-Romagna

## **Comunicato stampa OGER del 15/09/2015 - Precisazioni**

**Desidero chiarire meglio il senso dell'affermazione** "Tutte le nostre città hanno avuto espansioni e insediamenti in ogni parte del territorio, comprese rischiose aree adiacenti a fiumi e torrenti; in questo processo sono stati complici anche alcuni colleghi geologi consulenti di amministrazioni favorevoli a speculazioni spregiudicate o funzionari di enti di controllo troppo compiacenti verso 'amministrazioni amiche'". **Avendo parlato di "tutte le nostre città"** non vi era evidentemente un riferimento specifico ai colleghi geologi piacentini. Mi scuso se i riflettori accesi sull'area piacentina in questo momento possano avere generato questo equivoco.



Sui social e sul web sta girando questa immagine che consente un raffronto dell'estensione della città di Genova tra il 1797 ed il 2007. Parto da questa immagine per alcune considerazioni.

La città in cui vivo e svolgo buona parte della mia professione – Imola – ha subito una trasformazione simile, con le dovute proporzioni. Queste trasformazioni sono **"moralmente riprovevoli": hanno comportato l'occupazione di "rischiose aree adiacenti a fiumi e torrenti"**. Ad Imola la famosa carta di Leonardo del 1504 mette in evidenza la modifica al perimetro delle mura storiche conseguente ad una piena millenaria. Negli ultimi 4-5 de-

**cenni l'espansione urbana** è avvenuta proprio tra le mura ed il Santerno. A queste trasformazioni urbane hanno preso parte attiva o secondaria tantissimi soggetti: in primis Amministratori, Urbanisti, Imprese di costruzioni, Progettisti, Enti di Controllo. Con diverso livello di responsabilità hanno partecipato a questo processo anche Geologi consulenti di amministrazioni ed imprese e Geologi funzionari di Enti di Controllo. Dire queste cose è dire fatti evidenti.

Ognuno di noi può esaminare se in questi processi ha agito – consapevolmente od inconsapevolmente - con la massima prudenza ed avvalendosi sempre delle migliori conoscenze tecnico-scientifiche, in modo tale da **evidenziare ed evitare situazioni di rischio per l'incolumità delle persone. In questo modo ognuno potrà valutare** se e quanto è stato complice – consapevolmente od inconsapevolmente – di questo processo. E soprattutto, sarà in grado di svolgere in modo adeguato la fondamentale e affascinante professione che svolge e contribuirà a renderle la dignità ed il prestigio che merita.

Certo il termine "complice" è un termine forte, ma penso che sia possibile parlare di complicità inconsapevole – laddove c'è la buona fede – anche nei casi in cui i tecnici professionisti coinvolti nel meccanismo di pianificazione e progettazione urbana hanno favorito queste espansioni irragionevoli pur nell'ambito della legalità e delle procedure allora vigenti. Per chi ha agito in mala fede il discorso è un altro, evidentemente.

Concludo le precisazioni richiamando il ben più autorevole intervento del Presidente CNG Gian Vito Graziano in occasione del 50° anniversario della tragedia del Vajont , quando a Longarone chiese scusa per gli errori di una parte della geologia (cfr. allegato) e riportando un breve stralcio del richiamo fatto dal Vice Presidente **CNG Vittorio d'Orano, a 30 anni dalla strage di Stava**: "[...] nulla è più importante della sicurezza, nella scelta del luogo, nel progettare l'intervento e nel controllarlo in fase di realizzazione ed in fase di esecuzione, perché questi cortocircuiti nella pubblica amministrazione non debbano più ripetersi né possa avvenire che non si sappia a chi attribuire le responsabilità; perché i professionisti chiamati a progettare siano capaci, preparati e aggiornati e perché abbiano sempre a mente il valore dell'etica nella professione; infine perché le imprese che costruiscono siano affidabili e non guardino solo al profitto."

Mi auguro che questi spunti di riflessione contribuiscano ad elevare la qualità e la dignità della nostra professione, a volte ignobilmente svilita, come spesso sentiamo dire anzitutto da nostri colleghi ed iscritti.

Gabriele Cesari – Presidente OGER

\* \* \* \* \*

Comune di Ferrara , C.N.A., Confartigianato, Unindustria, Legacoop, Ordini e Collegi tra cui l'OGER  
Protocollo d'intesa per la progettazione e realizzazione di impianti di trattamento per la depurazione delle acque reflue domestiche per lo scarico fuori dalla pubblica. Rinnovato il 18 settembre 2015.

Link rassegna stampa

<http://www.estense.com/?p=483995>

<http://lanuovaferrara.gelocal.it/ferrara/cronaca/2015/09/19/news/oltre-seimila-case-senza-fogna-devono-costruire-l-impianto-1.12124217?ref=search>

[http://www.cronacacomune.it/notizie/26619/firmato-il-protocollo-d-intesa-il-controllo-degli-scarichi-fuori-dalla-pubblica-fognatura.html?q=protocollo+scarichi&area=&etichette=&start\\_date=25-03-2015&end\\_date=21-09-2015&order\\_by=&p=1](http://www.cronacacomune.it/notizie/26619/firmato-il-protocollo-d-intesa-il-controllo-degli-scarichi-fuori-dalla-pubblica-fognatura.html?q=protocollo+scarichi&area=&etichette=&start_date=25-03-2015&end_date=21-09-2015&order_by=&p=1)

\* \* \* \* \*

Tratto dal sito del Comune di Parma (1/10/2015)

### Alluvione a Parma un anno dopo: Un convegno e una camminata per ricordare.



**Il 13 ottobre 2014** è una data che ha profondamente segnato Parma e i suoi abitanti: l'alluvione del torrente Baganza, ad un anno di distanza, viene ricordata, con due differenti e significativi momenti.

Uno di contatto con il territorio, una camminata dedicata a ripercorrere i luoghi colpiti dall'esonazione, e uno di studio, un convegno, per approfondire gli avvenimenti, anche attraverso testimonianze dirette di chi è intervenuto, e per parlare delle prospettive future.

“Si tratta di due iniziative – ha esordito l'assessore allo Sport **Giovanni Marani** – condivise con varie realtà del territorio, che coniugano la possibilità di fare sport, stare assieme, ma anche approfondire alcune caratteristiche geologiche della nostra città. Dopo un anno possiamo riflettere a fred-

do e con serenità sull'accaduto, riconoscendo quanto è già stato fatto e quello che ancora si può fare, soprattutto in termini di prevenzione”.

“Lo scopo del progetto – ha sottolineato **Fabio Bussetti**, presidente GeoProCiv – è stato proprio quello di unire sport, ma anche cultura del territorio e associazionismo: abbiamo infatti voluto coinvolgere tutte le realtà e le persone che hanno operato sul territorio nei difficili momenti di un anno fa”.

“E' importante ricordare – ha aggiunto **Emanuela Dallatana**, segretaria di Passi-on Trekking – soprattutto come la città tutta ha saputo reagire a quel momento di grave difficoltà”.

“Creare un collegamento – ha spiegato **Paride Antolini**, consigliere nazionale Ordine dei Geologi-CNG – tra le associazioni e la parte tecnico-politica è fondamentale per stabilire un contatto comunicativo efficace con le persone. Queste manifestazioni possono essere ottimi spunti di riflessione sul rapporto con il nostro territorio”.

**Domenica 11 ottobre, GeoProCiv** (Geologi della Protezione civile) organizza, in collaborazione con **PassiOn**, gli **studenti di Geologia dell'Università di Parma**, con il patrocinio di **Comune di Parma** e **dell'Ordine dei Geologi della Regione Emilia-Romagna** e con il **partenariato tecnico di Tep**, un **trekking cittadino nella confluenza del Torrente Baganza e del Torrente Parma**, luogo dove è avvenuta l'alluvione.

Partecipano al trekking come amici della manifestazione **ASP Ad Personam, Help For Children, Nuoto Club 91 Parma**

**ASD, Recyclind, Protezione civile di Parma.**

**Il ritrovo sarà alle ore 9 in piazzale Fiume per concludersi alle 13 al campo scuola di via Po**, con un itinerario che ri-percorrerà **le zone maggiormente colpite**, dove i volontari di GeoProCiv e gli studenti di Geologia daranno alcune spiegazioni ai partecipanti di interesse culturale, naturalistico, geologico riguardante Parma ed i suoi corsi d'acqua.

**Tep** offrirà **il trasporto gratuito** ai partecipanti **dal punto di ritrovo di piazzale Fiume al punto di partenza della camminata al Campus universitario.**

Potranno partecipare tutti gli interessati, previa un'iscrizione gratuita (c'è tempo fino a venerdì 9 ottobre) inviando una mail [ainfo@geo-pro-civ.it](mailto:ainfo@geo-pro-civ.it) o a [passionparma@gmail.com](mailto:passionparma@gmail.com).

Nel giorno dell'anniversario, **martedì 13 ottobre, l'Ordine dei Geologi dell'Emilia-Romagna**, il dipartimento di Fisica e Scienze della Terra dell'Università di Parma, con la collaborazione degli studenti di Geologia e con il patrocinio di Regione Emilia Romagna, Comune di Parma, Provincia di Parma, GeoProCiv e Consorzio Bonifica Parmense, organizza, **presso l'auditorium dell'edificio Polifunzionale del Campus Universitario, il convegno "Alluvione del torrente Baganza del 13/10/2014: un anno dopo".**

Una giornata **(dalle ore 9 alle 18)** che sarà dedicata, come hanno spiegato **Antonio Di Lauro**, consigliere regionale Ordine dei Geologi-OGER, e **Mario Tribaudino**, professore di mineralogia, scienze della terra di Parma, alla riflessione sui tragici avvenimenti di un anno fa, anche attraverso le testimonianze dirette, e al confronto su tutto ciò che è stato fatto come sugli interventi previsti di prevenzione e sicurezza.